

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-199042

(43)Date of publication of application : 12.07.2002

(51)Int.Cl.

H04L 29/02

H04L 1/00

(21)Application number : 2000-396290

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 26.12.2000

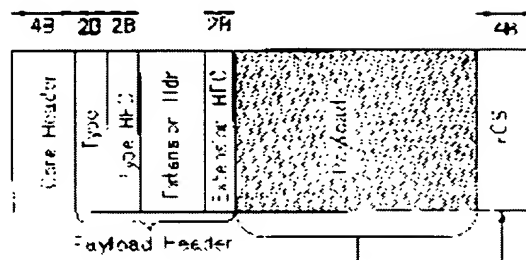
(72)Inventor : KAMIYA SATOSHI  
NISHIHARA MOTOO  
IKEMATSU RYUICHI

## (54) DEVICE AND METHOD FOR TRANSFERRING GFP FRAME

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To solve the problem that the performance of an end-to-end path from the Ingress node to the Egress node of a GFP(Generic Frame Procedure) network can not be monitored in the check of an FCS (Frame Check Sequence) of a GFP frame.

**SOLUTION:** An FCS generation target area is set in the payload field of the GFP frame, an FCS recalculation is not carried out in a relay node, and an FCS at the time when the GFP frame is received is attached to the GFP frame to transfer the resultant GFP frame to the next node even though an error is detected in the FCS check.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.11.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3480444

[Date of registration] 10.10.2003

[Number of appeal against examiner's decision of]

rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-199042

(P2002-199042A)

(43)公開日 平成14年7月12日(2002.7.12)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

H04L 29/02

1/00

識別記号

FI

H04L 1/00

13/00

テマコード(参考)

A 5K014

301A 5K034

審査請求 有 請求項の数52 OL (全 27 頁)

(21)出願番号 特願2000-396290(P2000-396290)

(22)出願日 平成12年12月26日(2000.12.26)

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 神谷 聡史

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72)発明者 西原 基夫

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74)代理人 100084250

弁理士 丸山 隆夫

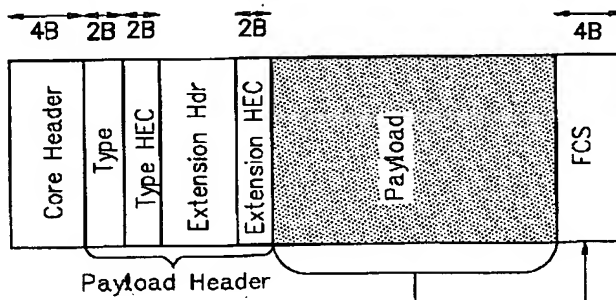
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 GFPフレーム転送装置およびGFPフレーム転送方法

(57)【要約】

【課題】 GFP (Generic Frame Procedure) フレームのFCS (Frame Check Sequence) のチェックでは、GFPネットワークのIngressノードからEgressノードまでのend-to-endのパスの性能監視を行うことが不可能であった。

【解決手段】 FCSの生成ターゲット領域をGFPフレームのペイロードフィールドに設定し、中継ノードにおいてFCS再計算を行わず、FCSチェックでエラーが検出されてもGFPフレーム受信時のFCSを付けて次ノードに転送する、等の方法を用いる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 GFP (Generic Frame Procedure) フレームをGFPネットワークにおいて転送するGFPフレーム転送装置において、前記GFPフレームが前記GFPフレーム転送装置において生成され送信される場合に、前記GFPフレームのペイロードフィールドを生成ターゲット領域としてFCS (Frame Check Sequence) を生成してこれを前記GFPフレームのFCSフィールドに付与するFCS生成手段を備えたことを特徴とするGFPフレーム転送装置。

【請求項2】 前記GFPフレーム転送装置が前記GFPフレームを受信した場合に、前記GFPフレームの前記ペイロードフィールドおよび前記FCSフィールドを用いてFCSチェックを行うFCSチェック手段をさらに備えたことを特徴とする請求項1記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項3】 前記FCSチェック手段による前記FCSチェックにおいて次のGFPフレーム転送装置に転送されるべきGFPフレームのエラーが検出された場合、前記GFPフレームは廃棄されず、前記エラーが検出された際のFCSを付与されたまま前記次のGFPフレーム転送装置に転送されることを特徴とする請求項2記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項4】 前記FCSチェック手段による前記FCSチェックにおいてエラーが検出された場合に前記FCSチェック手段からこのエラー検出を通知され、このエラー検出について前記GFPネットワークの管理システムに通知する監視制御処理手段をさらに備えたことを特徴とする請求項2または3記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項5】 GFP (Generic Frame Procedure) フレームをGFPネットワークにおいて転送するGFPフレーム転送装置において、前記GFPフレーム転送装置が前記GFPフレームを受信して次のGFPフレーム転送装置に転送する場合に、前記GFPフレームの拡張ヘッダ領域とeHEC (extension Header Error Control) フィールドの前記GFPフレーム転送装置における更新前と更新後との差分と、前記GFPフレーム転送装置に入力された際の前記GFPフレームのFCS (Frame Check Sequence) とを基に、前記GFPフレーム転送装置から出力される前記GFPフレームのFCSを再計算してこれを前記GFPフレームのFCSフィールドに付与するFCS再計算手段を備えたことを特徴とするGFPフレーム転送装置。

【請求項6】 前記GFPフレーム転送装置が前記GFPフレームを受信した場合に、前記GFPフレームのペイロードエリアおよび前記FCSフィールドを用いてFCSチェックを行うFCSチェック手段をさらに備えた

ことを特徴とする請求項5記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項7】 前記FCSチェック手段による前記FCSチェックにおいて次のGFPフレーム転送装置に転送されるべきGFPフレームのエラーが検出された場合、前記GFPフレームは廃棄されず、前記FCS再計算手段により再計算された前記FCSを付与されて前記次のGFPフレーム転送装置に転送されることを特徴とする請求項6記載のGFPフレーム転送装置。

10 【請求項8】 前記FCSチェック手段による前記FCSチェックにおいてエラーが検出された場合に前記FCSチェック手段からこのエラー検出を通知され、このエラー検出について前記GFPネットワークの管理システムに通知する監視制御処理手段をさらに備えたことを特徴とする請求項6または7記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項9】 前記FCS再計算手段は、前記GFPフレームの前記拡張ヘッダ領域と前記eHECフィールドの前記GFPフレーム転送装置における更新前と更新後との前記差分を求める減算回路と、

20 複数の剰余レジスタと前記FCSの生成多項式G(x)に対応したフィードバックを前記複数の剰余レジスタに行う構成とを有して前記差分を入力とするCRC演算回路と、

前記CRC演算回路の前記複数の剰余レジスタの各出力と前記GFPフレーム転送装置に入力された際の前記GFPフレームの前記FCSの各ビットとの和をそれぞれ求める加算回路とを有することを特徴とする請求項5記載のGFPフレーム転送装置。

30 【請求項10】 前記FCS再計算手段におけるFCS再計算は、

前記減算回路により前記差分を求め、

前記CRC演算回路の前記複数の剰余レジスタをすべて0に初期化し、

前記差分を前記CRC演算回路に入力し、

前記ペイロードフィールドのビット数+32だけ前記CRC演算回路に0を入力し、

次のクロックで前記複数の剰余レジスタの前記各出力と前記GFPフレーム転送装置に入力された際の前記GFPフレームの前記FCSの前記各ビットとをそれぞれ前記加算回路により加算することにより行われることを特徴とする請求項9記載のGFPフレーム転送装置。

40 【請求項11】 GFP (Generic Frame Procedure) フレームをGFPネットワークにおいて転送するGFPフレーム転送装置において、前記GFPフレーム転送装置が前記GFPフレームを受信した場合に、前記GFPフレームのFCS (Frame Check Sequence) を用いてエラーチェックを行い、このFCSチェックにおいてエラーが検出された場合に前記GFPフレームの拡張ヘッダ領域内

の所定のフィールドにエラー通知ビットをセットするFCSチェック/エラー通知ビットセット手段を備えたことを特徴とするGFPフレーム転送装置。

【請求項12】 前記FCSチェック/エラー通知ビットセット手段による前記FCSチェックにおいて次のGFPフレーム転送装置に転送されるべきGFPフレームのエラーが検出された場合、前記GFPフレームは廃棄されず、前記GFPフレーム転送装置において再計算されたFCSを付与されて前記次のGFPフレーム転送装置に転送されることを特徴とする請求項11記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項13】 前記GFPフレームは、GFPリングフレームであり、前記エラー通知ビットがセットされる前記所定のフィールドは、前記GFPリングフレームの前記拡張ヘッダ領域内のSpareフィールドの一部に設けられることを特徴とする請求項11記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項14】 前記GFPフレームは、GFPリングフレームであることを特徴とする請求項1から12のいずれか1項に記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項15】 前記GFPフレームは、前記GFPネットワーク内のIngressノードからEgressノードまでのパスを一意に指定するために定義されたパスIDに対応するラベルを拡張ヘッダ領域内の所定のフィールドに格納したGFPパスフレームであることを特徴とする請求項1から12のいずれか1項に記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項16】 前記GFPフレームのペイロードフィールドに格納されるべきパケットを格納したサブネットワークのフレームを終端し、前記サブネットワークのフレームから前記パケットを抽出するパケット抽出手段をさらに備えたことを特徴とする請求項1から15のいずれか1項に記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項17】 前記パケット抽出手段は、前記サブネットワークのフレームから不要な前記サブネットワーク用のオーバーヘッドを除去することにより前記パケットを抽出することを特徴とする請求項16記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項18】 前記サブネットワークは、Ethernetであることを特徴とする請求項16または17記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項19】 前記パケット抽出手段は、前記EthernetのEthernetフレームのペイロードから前記パケットを抽出することを特徴とする請求項18記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項20】 前記サブネットワークは、POS (Packet Over SONET) であることを特徴とする請求項16または17記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項21】 前記パケット抽出手段は、前記POS

のHDL Cフレームのペイロードから前記パケットを抽出することを特徴とする請求項20記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項22】 前記GFPフレームを、前記GFPネットワークにおいて前記GFPフレームを収容するOSI参照モデルの第1層のフレームであるレイヤ1フレームに格納し、この前記GFPフレームを格納した前記レイヤ1フレームを、前記GFPフレーム転送装置の適切な出力ポートから前記GFPネットワークに送信するGFPフレーム送信手段をさらに備えたことを請求項1から21のいずれか1項に記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項23】 前記OSI参照モデルの第1層として、SONET (Synchronous Optical Network) が用いられることを特徴とする請求項22記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項24】 前記GFPフレーム送信手段は、前記SONETのSONETフレームのペイロードに前記GFPフレームを格納し、この前記GFPフレームを格納した前記SONETフレームを前記GFPネットワークに送信することを特徴とする請求項23記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項25】 前記OSI参照モデルの第1層として、OTN (Optical Transport Network) が用いられることを特徴とする請求項22記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項26】 前記GFPフレーム送信手段は、前記OTNのデジタルラッパーフレームのペイロードであるOPUk (Optical channel payload unit) に前記GFPフレームを格納し、この前記GFPフレームを格納した前記デジタルラッパーフレームを前記GFPネットワークに送信することを特徴とする請求項25記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項27】 GFP (Generic Frame Procedure) フレームをGFPネットワークにおいて転送するGFPフレーム転送装置におけるGFPフレーム転送方法において、

前記GFPフレームが前記GFPフレーム転送装置において生成され送信される場合に、前記GFPフレームのペイロードフィールドを生成ターゲット領域としてFCS (Frame Check Sequence) を生成してこれを前記GFPフレームのFCSフィールドに付与するFCS生成工程を備えたことを特徴とするGFPフレーム転送方法。

【請求項28】 前記GFPフレーム転送装置が前記GFPフレームを受信した場合に、前記GFPフレームの前記ペイロードフィールドおよび前記FCSフィールドを用いてFCSチェックを行うFCSチェック工程をさらに備えたことを特徴とする請求項27記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項29】 前記FCSチェック工程における前記FCSチェックにおいて次のGFPフレーム転送装置に転送されるべきGFPフレームのエラーが検出された場合、前記GFPフレームは廃棄されず、前記エラーが検出された際のFCSを付与されたまま前記次のGFPフレーム転送装置に転送されることを特徴とする請求項28記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項30】 前記FCSチェック工程における前記FCSチェックにおいてエラーが検出された場合に、このエラー検出について前記GFPネットワークの管理システムに通知する監視制御処理工程をさらに備えたことを特徴とする請求項28または29記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項31】 GFP (Generic Frame Procedure) フレームをGFPネットワークにおいて転送するGFPフレーム転送装置におけるGFPフレーム転送方法において、前記GFPフレーム転送装置が前記GFPフレームを受信して次のGFPフレーム転送装置に転送する場合に、前記GFPフレームの拡張ヘッダ領域とeHEC (extension Header Error Control) フィールドの前記GFPフレーム転送装置における更新前と更新後との差分と、前記GFPフレーム転送装置に入力された際の前記GFPフレームのFCS (Frame Check Sequence) とを基に、前記GFPフレーム転送装置から出力される前記GFPフレームのFCSを再計算してこれを前記GFPフレームのFCSフィールドに付与するFCS再計算工程を備えたことを特徴とするGFPフレーム転送方法。

【請求項32】 前記GFPフレーム転送装置が前記GFPフレームを受信した場合に、前記GFPフレームのペイロードエリアおよび前記FCSフィールドを用いてFCSチェックを行うFCSチェック工程をさらに備えたことを特徴とする請求項31記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項33】 前記FCSチェック工程における前記FCSチェックにおいて次のGFPフレーム転送装置に転送されるべきGFPフレームのエラーが検出された場合、前記GFPフレームは廃棄されず、前記FCS再計算工程により再計算された前記FCSを付与されて前記次のGFPフレーム転送装置に転送されることを特徴とする請求項32記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項34】 前記FCSチェック工程における前記FCSチェックにおいてエラーが検出された場合に、このエラー検出について前記GFPネットワークの管理システムに通知する監視制御処理工程をさらに備えたことを特徴とする請求項32または33記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項35】 前記FCS再計算工程は、前記GFPフレームの前記拡張ヘッダ領域と前記eHE

Cフィールドの前記GFPフレーム転送装置における更新前と更新後との前記差分を求める減算回路と、複数の剰余レジスタと前記FCSの生成多項式G(x)に対応したフィードバックを前記複数の剰余レジスタに行う構成とを有して前記差分を入力とするCRC演算回路と、

前記CRC演算回路の前記複数の剰余レジスタの各出力と前記GFPフレーム転送装置に入力された際の前記GFPフレームの前記FCSの各ビットとの和をそれぞれ求める加算回路とにより行われることを特徴とする請求項31記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項36】 前記FCS再計算工程におけるFCS再計算は、

前記減算回路により前記差分を求め、

前記CRC演算回路の前記複数の剰余レジスタをすべて0に初期化し、

前記差分を前記CRC演算回路に入力し、

前記ペイロードフィールドのビット数+32だけ前記CRC演算回路に0を入力し、

次のクロックで前記複数の剰余レジスタの前記各出力と前記GFPフレーム転送装置に入力された際の前記GFPフレームの前記FCSの前記各ビットとをそれぞれ前記加算回路により加算することにより行われることを特徴とする請求項35記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項37】 GFP (Generic Frame Procedure) フレームをGFPネットワークにおいて転送するGFPフレーム転送装置におけるGFPフレーム転送方法において、

前記GFPフレーム転送装置が前記GFPフレームを受信した場合に、前記GFPフレームのFCS (Frame Check Sequence) を用いてエラーチェックを行い、このFCSチェックにおいてエラーが検出された場合に前記GFPフレームの拡張ヘッダ領域内の所定のフィールドにエラー通知ビットをセットするFCSチェック/エラー通知ビットセット工程を備えたことを特徴とするGFPフレーム転送方法。

【請求項38】 前記FCSチェック/エラー通知ビットセット工程における前記FCSチェックにおいて次のGFPフレーム転送装置に転送されるべきGFPフレームのエラーが検出された場合、前記GFPフレームは廃棄されず、前記GFPフレーム転送装置において再計算されたFCSを付与されて前記次のGFPフレーム転送装置に転送されることを特徴とする請求項37記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項39】 前記GFPフレームは、GFPリングフレームであり、前記エラー通知ビットがセットされる前記所定のフィールドは、前記GFPリングフレームの前記拡張ヘッダ領域内のSpareフィールドの一部に設けられることを特徴とする請求項37記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項40】 前記GFPフレームは、GFPリングフレームであることを特徴とする請求項27から38のいずれか1項に記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項41】 前記GFPフレームは、前記GFPネットワーク内のIngressノードからEgressノードまでのパスを一意に指定するために定義されたパスIDに対応するラベルを拡張ヘッダ領域内の所定のフィールドに格納したGFPパスフレームであることを特徴とする請求項1から38のいずれか1項に記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項42】 前記GFPフレームのペイロードフィールドに格納されるべきパケットを格納したサブネットワークのフレームを終端し、前記サブネットワークのフレームから前記パケットを抽出するパケット抽出工程をさらに備えたことを特徴とする請求項1から41のいずれか1項に記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項43】 前記パケット抽出工程において、前記サブネットワークのフレームから不要な前記サブネットワーク用のオーバーヘッドを除去することにより前記パケットが抽出されることを特徴とする請求項42記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項44】 前記サブネットワークは、Ethernetであることを特徴とする請求項42または43記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項45】 前記パケット抽出工程において、前記EthernetのEthernetフレームのペイロードから前記パケットが抽出されることを特徴とする請求項44記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項46】 前記サブネットワークは、POS (Packet Over SONET) であることを特徴とする請求項42または43記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項47】 前記パケット抽出工程において、前記POSのHDLCフレームのペイロードから前記パケットが抽出されることを特徴とする請求項46記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項48】 前記GFPフレームを、前記GFPネットワークにおいて前記GFPフレームを収容するOSI参照モデルの第1層のフレームであるレイヤ1フレームに格納し、この前記GFPフレームを格納した前記レイヤ1フレームを、前記GFPフレーム転送装置の適切な出力ポートから前記GFPネットワークに送信するGFPフレーム送信工程をさらに備えたことを請求項1から47のいずれか1項に記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項49】 前記OSI参照モデルの第1層として、SONET (Synchronous Optical Network) が用いられることを特徴とする請求項48記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項50】 前記GFPフレーム送信工程におい

て、前記SONETのSONETフレームのペイロードに前記GFPフレームが格納され、この前記GFPフレームを格納した前記SONETフレームが前記GFPネットワークに送信されることを特徴とする請求項49記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項51】 前記OSI参照モデルの第1層として、OTN (Optical Transport Network) が用いられることを特徴とする請求項48記載のGFPフレーム転送方法。

10 【請求項52】 前記GFPフレーム送信工程において、前記OTNのデジタルラッパーフレームのペイロードであるOPUk (Optical channel payload unit) に前記GFPフレームが格納され、この前記GFPフレームを格納した前記デジタルラッパーフレームが前記GFPネットワークに送信されることを特徴とする請求項51記載のGFPフレーム転送方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

20 【発明の属する技術分野】本発明はGFP (Generic Frame Procedure) フレームを転送するためのGFPフレーム転送装置およびGFPフレーム転送方法に関し、特に、GFPフレームの転送におけるend-to-endのパスの性能監視を可能とするGFPフレーム転送装置およびGFPフレーム転送方法に関する。

【0002】

30 【従来の技術】近年、インターネットの急速な拡大に伴い、IP (Internet Protocol) パケット等のデータ系のトラヒックが著しく増大している。このようなデータ系トラヒックの効率的な転送を実現するためには、従来の電話網等の音声ネットワークに適合して設計されていたネットワーク構成や機器を、データ系トラヒックの転送に適した形態に変更していくことが必要であり、とりわけ、可変長パケットの転送に適した形態への変更が求められている。

40 【0003】従来より、広域公衆網 (Wide Area Network: WAN) におけるデジタルネットワーク網としてSONET/SDH (Synchronous Optical Network/ Synchronous Digital Hierarchy) が存在する。このSONET/SDHでは音声信号の収容に適したデータ構造が採用されていたが、近年のデータ系トラヒックの増大に伴い、SONET/SDH上でデータ系トラヒックを効率よく転送するための技術が検討され始めている。

50 【0004】そのような技術の一つとして、GFP (Generic Frame Procedure) がある。このGFPは、SONET/SDHに加えて波長分割多重 (Wavelength Division M

ultiplexing: WDM) を使用する OTN (Optical Transport Network) において様々なプロトコルの可変長パケットを収容するための、汎用カプセル化技術・アダプテーション技術であり、GFPの技術内容は、アメリカ合衆国T1委員会の技術委員会の一つであるT1X1. 5における寄書「T1X1. 5/2000-209" Generic Framing Procedure (GFP) Specification"」(以下、「寄書(1)」という)に開示されている。

【0005】図14は、上記GFPのプロトコルスタックを示す図である。このように、GFPはGFP payload dependent sub-layerとGFP payload independent sub-layerから構成され、様々なユーザプロトコル(ユーザネットワークのプロトコル: Ethernet、HDLC、Token Ring等)を、このユーザネットワークとインターフェースするエッジノードにおいて収容し、これをtransparentに転送する技術である。

【0006】図15は、GFPの基本フレームフォーマットを示す図であり、図15に示すGFPフレームは、4バイトのコアヘッダ(Core Header)、可変長(4~65535バイト)のペイロードエリア(Payload Area)、および4バイトのFCS(Frame Check Sequence)フィールドより構成されている。

【0007】上記コアヘッダは、図16に示すように、各2バイトのPLI(PDU Length Indicator)フィールドおよびcHEC(core Header Error Control)フィールドを含む。このPLIは、上記ペイロードエリアの長さ(バイト数)を示し、cHECは、前記PLIフィールドに対してCRC16計算を行った結果を示し、コアヘッダ内の情報の完全性を保護するためのものである。

【0008】また、前記ペイロードエリアは、図17に示すように、ペイロードヘッダ(Payload Header)およびペイロード(Payload)フィールド(以下、単に「ペイロード」という)により構成される。ペイロードヘッダは4~64バイトの可変長であり、ペイロードは0~65535バイトの可変長である。このペイロードエリア内のペイロードに、転送対象となる情報が格納される。

【0009】また、前記FCSフィールドは、図18に示す4バイト固定長のフィールドであり、前記ペイロードエリア全体に対してFCS計算(CRC32計算の一種)を行った結果を示し、ペイロードエリアの内容の保護に用いられる。

【0010】図19は、GFPポイントtoポイントフレーム(リニアフレーム)(ポイントtoポイント接続

(2個のノード間の接続)において使用されるGFPフレーム)におけるペイロードヘッダを示す図であり、このリニアフレームのペイロードヘッダは、Typeフィールド、tHEC(type Header Error Control)フィールド、拡張ヘッダ(Extension Headers)としてのDP(Destination Port)およびSP(Source Port)、およびeHEC(extension Header Error Control)フィールドを有している。上記Typeは、GFPフレームフォーマットの種別やペイロードフィールドに格納されるデータの上位レイヤのプロトコル種別を示す。tHECは、前記Typeフィールドに対するCRC16計算結果を示し、Typeフィールド内の情報の完全性を保護するために用いられる。DP(宛先ポート番号)は、Egress側のGFPエッジノードが有する16個のポートのうちの1つを示し、当該GFPフレームに格納されたユーザパケットのEgress側GFPエッジノードからの出力先を示す。SP(送信元ポート番号)は、Ingress側のGFPエッジノードが有する16個のポートのうちの1つを示し、当該GFPフレームに格納されたユーザパケットのEgress側GFPエッジノードからの出力先を示す。eHECは、上記拡張ヘッダ(TypeとtHECは含まない)に対するCRC16計算結果を示し、拡張ヘッダ内の情報の完全性を保護するために用いられる。

【0011】図20は、GFPリングフレーム(リング接続において使用されるGFPフレーム)におけるペイロードヘッダを示す図であり、このリングフレームのペイロードヘッダは、Typeフィールド、tHECフィールド、DPフィールド、SPフィールド、eHECフィールドを図19のリニアフレームのペイロードヘッダと同様に備える他、拡張ヘッダ(図20におけるoctet #5~#20)において、PriorityフィールドとしてのDE(Discard Eligibility)およびCOS(Class Of Service)、TTL(Time To Live)フィールド、宛先MAC(Destination Media Access Control)アドレス(DST MAC)、および送信元MAC(Source Media Access Control)アドレス(SRC MAC)をさらに有している。上記DEは、GFPフレームの廃棄の優先度を示し、COS(Class Of Service)の詳細な使用法は検討中である。TTLはGFP転送(GFP hops)の残り回数を示す8ビット領域であり、例えばTTL=0は、GFPフレームが次のGFPノードで終端されることを示す。宛先MACアドレスは、宛先GFPノードのアドレスを示す6バイトのフィールドであり、送信元MACアドレスは、送信元GFPノードのアドレスを示す6バイ



トのフィールドである。

【0012】GFPでは、ペイロードヘッダ内のTypeフィールドによりアダプテーションの種別が指定され、さらに個々のアダプテーションに即した情報をペイロードヘッダ内に定義することが可能である。現在、上記のように、ポイントtoポイントフレームおよびリングフレームを想定したアダプテーションが提案されており、各々の特徴は以下のようなものである。

・ポイントtoポイントフレーム・・・複数のユーザプロトコルのストリームをIngressのSONETノードで多重し、EgressのSONETノードに転送する。ストリームの多重を識別するために、ペイロードヘッダ内にポートアドレス(SP, DP)を用意する。ペイロードヘッダ内にSONETノードを識別するアドレス情報が存在しないため、中継ノードではGFPフレーム単位のルーティングを行うことができない。

・リングフレーム・・・SONETリングのトポロジー上に共有バスのリングを構築し、イーサネット(登録商標) - like なパケット転送をクライアントに提供する。リング内の転送を実現するために、ペイロードヘッダ内にSONETノードを識別するためのMACアドレスを用意する。

【0013】上記GFPに、Gigabit Ethernet、ESCON、ファイバーチャネル(Fiber Channel)、FICON等を収容するアダプテーション方法が、上記寄書(1)、および寄書:「T1X1.5/2000-210, A Proposed Format for the GFP Type Field, Oct. 2000」(以下、寄書(2)という)、および寄書「T1X1.5/2000-197, Transparent GFP Mappings For Fiber Channel and ESCON, Oct. 2000」(以下、寄書(3)という)において報告されている。

#### 【0014】

【発明が解決しようとする課題】リング接続において、2つのノード間に設定されるバスの性能監視(Performance Monitoring)を行う方法としては、寄書(1)に示されているように、GFPフレームを受信したノードがGFPフレームの末尾のFCSフィールドのチェックを用いる方法が考えられる。図21は、従来のFCS生成のターゲット領域(対象領域)を示す図である。前述のように、このGFPフレームの末尾に付与されるFCSフィールド(4バイト)は、ペイロードエリア全体に対するFCS計算(CRC32計算の一種)を行った結果であり、CRC32計算における生成多項式 $G(X)$ としては $G(X) = 1 + X + X^2 + X^4 + X^5 + X^7 + X^8 + X^{10} + X^{11} + X^{12} + X^{16} + X^{22} + X^{23} + X^{26} + X^{32}$ が使用される。

【0015】リングフレームのペイロードヘッダにお

るTTL、輻輳制御/priority(DE, COS)の各フィールドはGFPフレームを終端するSONETノード毎に書き換えられる。また、GFPにおける柔軟なルーティング等を実現するために本発明者等がGFPフレームの一形態として提案している「GFPパスフレーム」においても、ペイロードヘッダ内のラベルや制御フィールドの一部がGFPフレームを終端するSONETノード毎に書き換えられる可能性がある。すなわち多くの場合において、SONETノードではペイロードヘッダの一部が更新され、FCSが再計算される。従って、FCSフィールドを利用してリンク単位の監視を行うことは可能であるが、IngressのSONETノードからEgressのSONETノードまでのend-to-endのパス監視を実現することはできない。例えば、ペイロードエリアのデータにエラーが発生した場合、このGFPフレームを受信したノードはFCSフィールドのチェックによりエラー発生を検出できるが、このノードがそのGFPフレームを廃棄した場合は、以降のノードにこのGFPフレームおよびFCSが伝達されず、上記end-to-endのパスの性能監視をFCSフィールドを用いて実施することができない。また、そのノードがエラーが発生したGFPフレームを廃棄しない場合にも、FCSを再計算(再生成)してこれを付加したGFPフレームを以降のノードに伝達することとなるため、次のノードにおいてのFCSチェック結果は「正しい」となってしまう、FCSフィールドを用いたend-to-endのパスの性能監視を実現することが不可能である。

【0016】この発明は上記課題を解決するためのものであり、GFPフレームの転送において、GFPフレームのFCSフィールドを用いたend-to-endのパスの性能監視を実現することが可能なGFPフレーム転送装置およびGFPフレーム転送方法を提供することを目的とする。

#### 【0017】

【課題を解決するための手段】請求項1記載のGFPフレーム転送装置は、GFP(Generic Frame Procedure)フレームをGFPネットワークにおいて転送するGFPフレーム転送装置において、前記GFPフレームが前記GFPフレーム転送装置において生成され送信される場合に前記GFPフレームのペイロードフィールドを生成ターゲット領域としてFCS(Frame Check Sequence)を生成してこれを前記GFPフレームのFCSフィールドに付与するFCS生成手段を備えるようにしたものである。

【0018】請求項2記載のGFPフレーム転送装置は、請求項1記載のGFPフレーム転送装置において、前記GFPフレーム転送装置が前記GFPフレームを受信した場合に前記GFPフレームの前記ペイロードフィールドおよび前記FCSフィールドを用いてFCSチェ

ックを行うFCSチェック手段をさらに備えるようにしたものである。

【0019】請求項3記載のGFPフレーム転送装置は、請求項2記載のGFPフレーム転送装置において、前記FCSチェック手段による前記FCSチェックにおいて次のGFPフレーム転送装置に転送されるべきGFPフレームのエラーが検出された場合、前記GFPフレームは廃棄されず、前記エラーが検出された際のFCSを付与されたまま前記次のGFPフレーム転送装置に転送されるようにしたものである。

【0020】請求項4記載のGFPフレーム転送装置は、請求項2または3記載のGFPフレーム転送装置において、前記FCSチェック手段による前記FCSチェックにおいてエラーが検出された場合に前記FCSチェック手段からこのエラー検出を通知され、このエラー検出について前記GFPネットワークの管理システムに通知する監視制御処理手段をさらに備えるようにしたものである。

【0021】請求項5記載のGFPフレーム転送装置は、GFP (Generic Frame Procedure) フレームをGFPネットワークにおいて転送するGFPフレーム転送装置において、前記GFPフレーム転送装置が前記GFPフレームを受信して次のGFPフレーム転送装置に転送する場合に、前記GFPフレームの拡張ヘッダ領域とeHEC (extension Header Error Control) フィールドの前記GFPフレーム転送装置における更新前と更新後との差分と、前記GFPフレーム転送装置に入力された際の前記GFPフレームのFCS (Frame Check Sequence) とを基に、前記GFPフレーム転送装置から出力される前記GFPフレームのFCSを再計算してこれを前記GFPフレームのFCSフィールドに付与するFCS再計算手段を備えるようにしたものである。

【0022】請求項6記載のGFPフレーム転送装置は、請求項5記載のGFPフレーム転送装置において、前記GFPフレーム転送装置が前記GFPフレームを受信した場合に前記GFPフレームのペイロードエリアおよび前記FCSフィールドを用いてFCSチェックを行うFCSチェック手段をさらに備えるようにしたものである。

【0023】請求項7記載のGFPフレーム転送装置は、請求項6記載のGFPフレーム転送装置において、前記FCSチェック手段による前記FCSチェックにおいて次のGFPフレーム転送装置に転送されるべきGFPフレームのエラーが検出された場合、前記GFPフレームは廃棄されず、前記FCS再計算手段により再計算された前記FCSを付与されて前記次のGFPフレーム転送装置に転送されるようにしたものである。

【0024】請求項8記載のGFPフレーム転送装置

は、請求項6または7記載のGFPフレーム転送装置において、前記FCSチェック手段による前記FCSチェックにおいてエラーが検出された場合に前記FCSチェック手段からこのエラー検出を通知され、このエラー検出について前記GFPネットワークの管理システムに通知する監視制御処理手段をさらに備えるようにしたものである。

【0025】請求項9記載のGFPフレーム転送装置は、請求項5記載のGFPフレーム転送装置において、前記FCS再計算手段が、前記GFPフレームの前記拡張ヘッダ領域と前記eHECフィールドの前記GFPフレーム転送装置における更新前と更新後との前記差分を求める減算回路と、複数の剰余レジスタと前記FCSの生成多項式 $G(x)$ に対応したフィードバックを前記複数の剰余レジスタに行う構成とを有して前記差分を入力とするCRC演算回路と、前記CRC演算回路の前記複数の剰余レジスタの各々の出力と前記GFPフレーム転送装置に入力された際の前記GFPフレームの前記FCSの各ビットとの和をそれぞれ求める加算回路とを有するようにしたものである。

【0026】請求項10記載のGFPフレーム転送装置は、請求項9記載のGFPフレーム転送装置において、前記FCS再計算手段におけるFCS再計算が、前記減算回路により前記差分を求め、前記CRC演算回路の前記複数の剰余レジスタをすべて0に初期化し、前記差分を前記CRC演算回路に入力し、前記ペイロードフィールドのビット数+32だけ前記CRC演算回路に0を入力し、次のクロックで前記複数の剰余レジスタの前記各出力と前記GFPフレーム転送装置に入力された際の前記GFPフレームの前記FCSの前記各ビットとをそれぞれ前記加算回路により加算することにより行われるようにしたものである。

【0027】請求項11記載のGFPフレーム転送装置は、GFP (Generic Frame Procedure) フレームをGFPネットワークにおいて転送するGFPフレーム転送装置において、前記GFPフレーム転送装置が前記GFPフレームを受信した場合に前記GFPフレームのFCS (Frame Check Sequence) を用いてエラーチェックを行い、このFCSチェックにおいてエラーが検出された場合に前記GFPフレームの拡張ヘッダ領域内の所定のフィールドにエラー通知ビットをセットするFCSチェック/エラー通知ビットセット手段を備えるようにしたものである。

【0028】請求項12記載のGFPフレーム転送装置は、請求項11記載のGFPフレーム転送装置において、前記FCSチェック/エラー通知ビットセット手段による前記FCSチェックにおいて次のGFPフレーム転送装置に転送されるべきGFPフレームのエラーが検出された場合、前記GFPフレームは廃棄されず、前記

GFPフレーム転送装置において再計算されたFCSを付与されて前記次のGFPフレーム転送装置に転送されるようにしたものである。

【0029】請求項13記載のGFPフレーム転送装置は、請求項11記載のGFPフレーム転送装置において、前記GFPフレームとしてGFPリングフレームを用い、前記エラー通知ビットがセットされる前記所定のフィールドを前記GFPリングフレームの前記拡張ヘッダ領域内のSpareフィールドの一部に設けるようにしたものである。

【0030】請求項14記載のGFPフレーム転送装置は、請求項1から12のいずれか1項に記載のGFPフレーム転送装置において、前記GFPフレームとしてGFPリングフレームを用いるようにしたものである。

【0031】請求項15記載のGFPフレーム転送装置は、請求項1から12のいずれか1項に記載のGFPフレーム転送装置において、前記GFPフレームとして、前記GFPネットワーク内のIngressノードからEgressノードまでのパスを一意に指定するために定義されたパスIDに対応するラベルを拡張ヘッダ領域内の所定のフィールドに格納したGFPパスフレームを用いるようにしたものである。

【0032】請求項16記載のGFPフレーム転送装置は、請求項1から15のいずれか1項に記載のGFPフレーム転送装置において、前記GFPフレームのペイロードフィールドに格納されるべきパケットを格納したサブネットワークのフレームを終端し、前記サブネットワークのフレームから前記パケットを抽出するパケット抽出手段をさらに備えるようにしたものである。

【0033】請求項17記載のGFPフレーム転送装置は、請求項16記載のGFPフレーム転送装置において、前記パケット抽出手段が、前記サブネットワークのフレームから不要な前記サブネットワーク用のオーバーヘッドを除去することにより前記パケットを抽出するようにしたものである。

【0034】請求項18記載のGFPフレーム転送装置は、請求項16または17記載のGFPフレーム転送装置において、前記サブネットワークとしてEthernetを収容するようにしたものである。

【0035】請求項19記載のGFPフレーム転送装置は、請求項18記載のGFPフレーム転送装置において、前記パケット抽出手段が、前記EthernetのEthernetフレームのペイロードから前記パケットを抽出するようにしたものである。

【0036】請求項20記載のGFPフレーム転送装置は、請求項16または17記載のGFPフレーム転送装置において、前記サブネットワークとしてPOS(Packet Over SONET)を収容するようにしたものである。

【0037】請求項21記載のGFPフレーム転送装置

は、請求項20記載のGFPフレーム転送装置において、前記パケット抽出手段が、前記POSのHDLCLフレームのペイロードから前記パケットを抽出するようにしたものである。

【0038】請求項記載22のGFPフレーム転送装置は、請求項1から21のいずれか1項に記載のGFPフレーム転送装置において、前記GFPフレームを前記GFPネットワークにおいて前記GFPフレームを収容するOSI参照モデルの第1層のフレームであるレイヤ1フレームに格納し、この前記GFPフレームを格納した前記レイヤ1フレームを前記GFPフレーム転送装置の適切な出力ポートから前記GFPネットワークに送信するGFPフレーム送信手段をさらに備えるようにしたものである。

【0039】請求項23記載のGFPフレーム転送装置は、請求項22記載のGFPフレーム転送装置において、前記OSI参照モデルの第1層としてSONET(Synchronous Optical Network)を用いるようにしたものである。

【0040】請求項24記載のGFPフレーム転送装置は、請求項23記載のGFPフレーム転送装置において、前記GFPフレーム送信手段が、前記SONETのSONETフレームのペイロードに前記GFPフレームを格納し、この前記GFPフレームを格納した前記SONETフレームを前記GFPネットワークに送信するようにしたものである。

【0041】請求項25記載のGFPフレーム転送装置は、請求項22記載のGFPフレーム転送装置において、前記OSI参照モデルの第1層としてOTN(Optical Transport Network)を用いるようにしたものである。

【0042】請求項26記載のGFPフレーム転送装置は、請求項25記載のGFPフレーム転送装置において、前記GFPフレーム送信手段が、前記OTNのデジタルラッパフレームのペイロードであるOPUk(Optical channel payload unit)に前記GFPフレームを格納し、この前記GFPフレームを格納した前記デジタルラッパフレームを前記GFPネットワークに送信するようにしたものである。

【0043】請求項27記載のGFPフレーム転送方法は、GFP(Generic Frame Procedure)フレームをGFPネットワークにおいて転送するGFPフレーム転送装置におけるGFPフレーム転送方法において、前記GFPフレームが前記GFPフレーム転送装置において生成され送信される場合に前記GFPフレームのペイロードフィールドを生成ターゲット領域としてFCS(Frame Check Sequence)を生成してこれを前記GFPフレームのFCSフィールドに付与するFCS生成工程を備えるようにしたものである。

【0044】請求項28記載のGFPフレーム転送方法は、請求項27記載のGFPフレーム転送方法において、前記GFPフレーム転送装置が前記GFPフレームを受信した場合に前記GFPフレームの前記ペイロードフィールドおよび前記FCSフィールドを用いてFCSチェックを行うFCSチェック工程をさらに備えるようにしたものである。

【0045】請求項29記載のGFPフレーム転送方法は、請求項28記載のGFPフレーム転送方法において、前記FCSチェック工程における前記FCSチェックにおいて次のGFPフレーム転送装置に転送されるべきGFPフレームのエラーが検出された場合、前記GFPフレームは廃棄されず、前記エラーが検出された際のFCSを付与されたまま前記次のGFPフレーム転送装置に転送されるようにしたものである。

【0046】請求項30記載のGFPフレーム転送方法は、請求項28または29記載のGFPフレーム転送方法において、前記FCSチェック工程における前記FCSチェックにおいてエラーが検出された場合にこのエラー検出について前記GFPネットワークの管理システムに通知する監視制御処理工程をさらに備えるようにしたものである。

【0047】請求項31記載のGFPフレーム転送方法は、GFP (Generic Frame Procedure) フレームをGFPネットワークにおいて転送するGFPフレーム転送装置におけるGFPフレーム転送方法において、前記GFPフレーム転送装置が前記GFPフレームを受信して次のGFPフレーム転送装置に転送する場合に前記GFPフレームの拡張ヘッダ領域とeHEC (extension Header Error Control) フィールドの前記GFPフレーム転送装置における更新前と更新後との差分と前記GFPフレーム転送装置に入力された際の前記GFPフレームのFCS (Frame Check Sequence) とを基に前記GFPフレーム転送装置から出力される前記GFPフレームのFCSを再計算してこれを前記GFPフレームのFCSフィールドに付与するFCS再計算工程を備えるようにしたものである。

【0048】請求項32記載のGFPフレーム転送方法は、請求項31記載のGFPフレーム転送方法において、前記GFPフレーム転送装置が前記GFPフレームを受信した場合に前記GFPフレームのペイロードエリアおよび前記FCSフィールドを用いてFCSチェックを行うFCSチェック工程をさらに備えるようにしたものである。

【0049】請求項33記載のGFPフレーム転送方法は、請求項32記載のGFPフレーム転送方法において、前記FCSチェック工程における前記FCSチェックにおいて次のGFPフレーム転送装置に転送されるべきGFPフレームのエラーが検出された場合、前記GFP

Pフレームは廃棄されず、前記FCS再計算工程により再計算された前記FCSを付与されて前記次のGFPフレーム転送装置に転送されるようにしたものである。

【0050】請求項34記載のGFPフレーム転送方法は、請求項32または33記載のGFPフレーム転送方法において、前記FCSチェック工程における前記FCSチェックにおいてエラーが検出された場合にこのエラー検出について前記GFPネットワークの管理システムに通知する監視制御処理工程をさらに備えるようにしたものである。

【0051】請求項35記載のGFPフレーム転送方法は、請求項31記載のGFPフレーム転送方法において、前記FCS再計算工程が、前記GFPフレームの前記拡張ヘッダ領域と前記eHECフィールドの前記GFPフレーム転送装置における更新前と更新後との前記差分を求める減算回路と、複数の剰余レジスタと前記FCSの生成多項式 $G(x)$ に対応したフィードバックを前記複数の剰余レジスタに行う構成とを有して前記差分を入力とするCRC演算回路と、前記CRC演算回路の前記複数の剰余レジスタの各出力と前記GFPフレーム転送装置に入力された際の前記GFPフレームの前記FCSの各ビットとの和をそれぞれ求める加算回路とにより行われるようにしたものである。

【0052】請求項36記載のGFPフレーム転送方法は、請求項35記載のGFPフレーム転送方法において、前記FCS再計算工程におけるFCS再計算が、前記減算回路により前記差分を求め、前記CRC演算回路の前記複数の剰余レジスタをすべて0に初期化し、前記差分を前記CRC演算回路に入力し、前記ペイロードフィールドのビット数+32だけ前記CRC演算回路に0を入力し、次のクロックで前記複数の剰余レジスタの前記各出力と前記GFPフレーム転送装置に入力された際の前記GFPフレームの前記FCSの前記各ビットとをそれぞれ前記加算回路により加算することにより行われるようにしたものである。

【0053】請求項37記載のGFPフレーム転送方法は、GFP (Generic Frame Procedure) フレームをGFPネットワークにおいて転送するGFPフレーム転送装置におけるGFPフレーム転送方法において、前記GFPフレーム転送装置が前記GFPフレームを受信した場合に前記GFPフレームのFCS (Frame Check Sequence) を用いてエラーチェックを行い、このFCSチェックにおいてエラーが検出された場合に前記GFPフレームの拡張ヘッダ領域内の所定のフィールドにエラー通知ビットをセットするFCSチェック/エラー通知ビットセット工程を備えるようにしたものである。

【0054】請求項38記載のGFPフレーム転送方法は、請求項37記載のGFPフレーム転送方法において、前記FCSチェック/エラー通知ビットセット工程

10

20

30

40

50

における前記FCSチェックにおいて次のGFPフレーム転送装置に転送されるべきGFPフレームのエラーが検出された場合、前記GFPフレームは廃棄されず、前記GFPフレーム転送装置において再計算されたFCSを付与されて前記次のGFPフレーム転送装置に転送されるようにしたものである。

【0055】請求項39記載のGFPフレーム転送方法は、請求項37記載のGFPフレーム転送方法において、前記GFPフレームとしてGFPリングフレームを用い、前記エラー通知ビットがセットされる前記所定のフィールドを前記GFPリングフレームの前記拡張ヘッダ領域内のSpareフィールドの一部に設けるようにしたものである。

【0056】請求項40記載のGFPフレーム転送方法は、請求項27から38のいずれか1項に記載のGFPフレーム転送方法において、前記GFPフレームとしてGFPリングフレームを用いるようにしたものである。

【0057】請求項41記載のGFPフレーム転送方法は、請求項1から38のいずれか1項に記載のGFPフレーム転送方法において、前記GFPフレームとして、前記GFPネットワーク内のIngressノードからEgressノードまでのパスを一意に指定するために定義されたパスIDに対応するラベルを拡張ヘッダ領域内の所定のフィールドに格納したGFPパスフレームを用いるようにしたものである。

【0058】請求項42記載のGFPフレーム転送方法は、請求項1から41のいずれか1項に記載のGFPフレーム転送方法において、前記GFPフレームのペイロードフィールドに格納されるべきパケットを格納したサブネットワークのフレームを終端し前記サブネットワークのフレームから前記パケットを抽出するパケット抽出工程をさらに備えるようにしたものである。

【0059】請求項43記載のGFPフレーム転送方法は、請求項42記載のGFPフレーム転送方法において、前記パケット抽出工程において、前記サブネットワークのフレームから不要な前記サブネットワーク用のオーバーヘッドを除去することにより前記パケットが抽出されるようにしたものである。

【0060】請求項44記載のGFPフレーム転送方法は、請求項42または43記載のGFPフレーム転送方法において、前記サブネットワークとしてEthernetを收容するようにしたものである。

【0061】請求項45記載のGFPフレーム転送方法は、請求項44記載のGFPフレーム転送方法において、前記パケット抽出工程において前記EthernetのEthernetフレームのペイロードから前記パケットが抽出されるようにしたものである。

【0062】請求項46記載のGFPフレーム転送方法は、請求項42または43記載のGFPフレーム転送方法において、前記サブネットワークとしてPOS (Pa

cket Over SONET) を收容するようにしたものである。

【0063】請求項47記載のGFPフレーム転送方法は、請求項46記載のGFPフレーム転送方法において、前記パケット抽出工程において前記POSのHDLCフレームのペイロードから前記パケットが抽出されるようにしたものである。

【0064】請求項48記載のGFPフレーム転送方法は、請求項1から47のいずれか1項に記載のGFPフレーム転送方法において、前記GFPフレームを前記GFPネットワークにおいて前記GFPフレームを收容するOSI参照モデルの第1層のフレームであるレイヤ1フレームに格納し、この前記GFPフレームを格納した前記レイヤ1フレームを前記GFPフレーム転送装置の適切な出力ポートから前記GFPネットワークに送信するGFPフレーム送信工程をさらに備えるようにしたものである。

【0065】請求項49記載のGFPフレーム転送方法は、請求項48記載のGFPフレーム転送方法において、前記OSI参照モデルの第1層としてSONET (Synchronous Optical Network) を用いるようにしたものである。

【0066】請求項50記載のGFPフレーム転送方法は、請求項49記載のGFPフレーム転送方法において、前記GFPフレーム送信工程において、前記SONETのSONETフレームのペイロードに前記GFPフレームが格納され、この前記GFPフレームを格納した前記SONETフレームが前記GFPネットワークに送信されるようにしたものである。

【0067】請求項51記載のGFPフレーム転送方法は、請求項48記載のGFPフレーム転送方法において、前記OSI参照モデルの第1層としてOTN (Optical Transport Network) を用いるようにしたものである。

【0068】請求項52記載のGFPフレーム転送方法は、請求項51記載のGFPフレーム転送方法において、前記GFPフレーム送信工程において、前記OTNのデジタルラッパーフレームのペイロードであるOPUk (Optical channel payload unit) に前記GFPフレームが格納され、この前記GFPフレームを格納した前記デジタルラッパーフレームが前記GFPネットワークに送信されるようにしたものである。

【0069】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0070】実施の形態1. 図1は本発明の実施の形態1によるGFPフレーム転送装置により構成されるネットワーク (GFPネットワークという) の一例を示すブロック図である。本実施の形態においては、SONET

リングとして形成されたリング接続のGFPネットワークを例に取り説明を行うこととする。なお、このため、このGFPネットワーク内を転送されるGFPフレームとしては、図20に示したペイロードヘッダの構成を有したGFPリングフレームが使用されることとする。

【0071】図1を参照すると、本実施の形態におけるリング状のGFPネットワークは、複数のGFPノード1(N1, N2, …, N7)をリング状に接続して構成されている。各々のGFPノード1は、1または複数の加入者ネットワークと接続されている。なお、以下においては簡単のため、各々のGFPノード1は1つの加入者ネットワークと接続され、これを収容しているものとして説明を行う。各GFPノード1は複数のポートを有しており、ポートにはポート番号が付与されている。以下、例えばWest側のポートには「1」、East側のポートには「2」、加入者ネットワーク側のポートには「3」が付与されているものとする。

【0072】図2は本発明の実施の形態1によるGFPフレーム転送装置の概略構成を示すブロック図であり、図2を参照すると、本発明の実施の形態1によるGFPノード(GFP node)1は、1個の加入者プロトコル終端部4と、2個のGFPフレーム終端部5とを備えて構成される。各終端部(4, 5)は、例えばラインカード(LC)として実装される。

【0073】加入者プロトコル終端部4は、加入者ネットワークで使用しているネットワークプロトコルを終端する部位である。加入者側ネットワークの種類により、加入者プロトコル終端部4の構成および機能は適宜変更される。例えば、ギガビットイーサネット(GbE)のネットワークと接続する場合には、加入者プロトコル終端部4はギガビットイーサネットのフレーム終端処理を行う。また、POS(Packet over SONET)のネットワークと接続する場合には、SONETフレームの終端処理、および、このSONETフレームに格納されていたポイントtoポイントプロトコルのHDLC-likeフレームの終端処理を行う。

【0074】GFPフレーム終端部5は、上記GFPネットワークにおいて、GFPフレームを収容するOSI参照モデルの第1層(物理レイヤ)を終端する部位である。GFPネットワークのOSI参照モデルの第1層の種類により、GFPフレーム終端部5の構成および機能は適宜変更される。例えば、OSI参照モデルの第1層としてSONETが使用され、SONETフレームのペイロード(SPE(Synchronous Payload Envelope))にGFPフレームがマッピングされる場合には、GFPフレーム終端部5は、SONETフレーム終端、GFPフレーム抽出・マッピング処理を行う。また、OSI参照モデルの第1層としてWDM(Wavelength Division Multiplex)を利用したOTN(Optical

Transport Network)が使用されていて、このOTNのフレーム(digital wrapper)のペイロードであるオプティカルチャネルペイロードユニット(Optical channel payload unit(OPUk))にGFPフレームがマッピングされる場合には、GFPフレーム終端部5は、digital wrapperフレーム終端、OPUkに対するGFPフレーム抽出・マッピング処理を行う。

10 【0075】なお、SONETの規格に関しては、ANSI T1.105およびANSI T1.105.02もしくはITU-T G.707に、また、OTNのOPUkに関しては、ITU-T G.709に記載されている。

【0076】図3は、本発明の実施の形態1におけるGFPノード(GFP node)1の詳細な構成の一例を示すブロック図である。GFPノード1は、図2で示した部位の他に、監視制御処理部16を有する。なお、簡単のため、図3のGFPノード1には、加入者プロトコル終端部4とGFPフレーム終端部5をそれぞれ1個ずつ示しているが、GFPノード1の1以上の加入者ネットワーク側ポートに対して1以上の加入者プロトコル終端部4が設けられ、また、2個のGFP(リング)ネットワーク側ポート(East, West)に対して2個のGFPフレーム終端部5が設けられ、それぞれの終端部(4, 5)がパケットスイッチ3に接続されている。なお、前述のように、本実施の形態では各GFPノード1が1個の加入者ネットワークを収容するものと仮定しているため、加入者プロトコル終端部4は1個として説明する。

30 【0077】加入者プロトコル終端部4は、加入者ネットワークインタフェース部6、受信アダプテーション処理部7、アドレス解決部8、トラヒックメータ9、パケットスイッチインタフェース部10、メモリ11、および送信アダプテーション処理部12を有する。

【0078】加入者ネットワークインタフェース部6は、加入者ネットワークとのユーザパケット(ユーザパケットを格納した加入者ネットワークフレーム)の送受信を行う。加入者ネットワークからユーザパケットを格納した加入者ネットワークフレームを受信した場合には、この加入者ネットワークフレームを終端し、この加入者ネットワークフレームから加入者ネットワーク用の不要なオーバーヘッドを取り外してユーザパケットを抽出し、このユーザパケットを受信アダプテーション処理部7に送る。また、加入者ネットワークへのユーザパケットの送信も後述のようにして行う。

40 【0079】受信アダプテーション処理部7は、加入者ネットワークインタフェース部6から受信したユーザパケットに、GFPフレームのアダプテーション用のフィールドである「Type」を付与し、このTypeに対



してCRC16計算を行って「tHEC」を付与し、そして拡張ヘッダ用の領域を確保する。なお、以下、ユーザパケットを元にして形成中のGFPフレームも含めて、「GFPフレーム」と呼ぶこととする。

【0080】アドレス解決部8は、このGFPフレームのペイロードフィールドに格納されたユーザパケットに格納されている加入者ネットワークの宛先アドレス（User Destination Address）を基にメモリ11を参照し、本GFPネットワークにおける宛先ノードを示す宛先MACアドレス（DST MAC）、宛先GFPノードにおける出力ポート（DP）、および本GFPノード1におけるパケットスイッチ3の出力ポート（Egress Port）を同定する。なお、この加入者ネットワークの宛先アドレス（User Destination Address）とは、例えば前記ユーザパケットがEthernet MACフレームである場合や、POSのHDLCフレームのペイロードから抽出されたIPパケットである場合には、その「Destination Address（DA）」を指す。また、本GFPネットワークにおける送信元ノードを示す送信元MACアドレス（SRC MAC）および送信元GFPノード（本GFPノード1）における入力ポート（SP）は自ノードのMACアドレスおよびパケットスイッチ3の本加入者プロトコル終端部4に対応するポート番号（本実施の形態においては「3」）であるため、自動的に判明する。そして、このDP、SP、宛先MACアドレス（DST MAC）、および送信元MACアドレス（SRC MAC）をGFP（リング）フレームの拡張ヘッダ領域に付与し、この拡張ヘッダ領域に対してCRC16計算を行って「eHEC」を付与する。

【0081】トラヒックメータ9は、監視制御処理部16より例えばユーザパケットに格納されている加入者ネットワークの送信元アドレス（User source Address）毎に設定された帯域を越えるような過剰トラヒックの流入を監視し、帯域を超過した場合にはGFPフレーム読み出しを司る部位（パケットスイッチインターフェース部10）に対してGFPフレームの廃棄、もしくは読出優先度を下げるポリシング制御を指示する。

【0082】パケットスイッチインターフェース部10は、例えば加入者ネットワークの送信元アドレス（User source Address）毎に割り当てられた網リソース量に依存して転送頻度を変更するスケジューリング機能に従って、パケットスイッチ3を制御する機能を有している。

【0083】メモリ11には、加入者ネットワークの宛先アドレス（User Destination Address）毎に、GFPネットワークにおける宛先ノードを示す宛先MACアドレス（DST MAC）、宛

先GFPノードにおける出力ポート（DP）、および本GFPノード1における出力ポート（Egress Port）を格納している。これらの情報は、監視制御処理部16から設定される。

【0084】送信アダプテーション処理部12は、パケットスイッチ3によりスイッチングされて本加入者プロトコル終端部4に転送されパケットスイッチインターフェース部10を経由して供給されるGFPフレームから、ペイロードヘッダ（Type, tHEC, 拡張ヘッダ, eHEC）を外し、加入者ネットワークインタフェース部6に受け渡す。

【0085】送信アダプテーション処理部12からGFPフレームのペイロードエリアのペイロードに格納されていたパケット（以下、「ユーザパケット」という）を受けた加入者ネットワークインタフェース部6は、このユーザパケットに加入者ネットワーク用のオーバーヘッドを付与してこれを加入者ネットワークのフレームに格納し、このユーザパケットが格納されたフレームを加入者ネットワークに送信する。

【0086】一方、GFPフレーム終端部5は、GFPフレームインターフェース部13、GFPフレームフォワーディング解決部14、パケットスイッチインターフェース部10、トラヒックメータ19、およびメモリ15を有する。

【0087】GFPフレームインターフェース部13は、GFPネットワークとのGFPフレーム（GFPフレームを格納したSONETフレーム）の送受信を行う。GFPネットワークからGFPフレームを格納したSONETフレームを受信した場合には、SONETフレームからのGFPフレームの抽出、GFPフレームからのコアヘッダの取り外し、デスクランブル処理、FCSフィールドのチェックを行い、このGFPフレームをGFPフレームフォワーディング解決部14に受け渡す。なお、FCSチェックにおいてエラーが検出された場合においても、GFPフレームの廃棄は行われず、エラー検出の事実が監視制御処理部16に通知される。監視制御処理部16は、このエラー検出についてGFPネットワークの管理システムに通知する。また、GFPネットワークへのGFPフレームの送信も後述のようにして行う。

【0088】GFPフレームフォワーディング解決部14は、GFPフレームインターフェース部13から受信したGFPフレームの拡張ヘッダ内の宛先MACアドレス（Dest MAC）を自ノードのMACアドレスと比較し、両者が異なる場合は、このGFPフレームが他方のGFPフレーム終端部5に転送されるようにパケットスイッチ3の出力ポートを決定する。例えば、本GFPフレーム終端部5がWest側のGFPフレーム終端部5であった場合には、このGFPフレームがEast側のGFPフレーム終端部5に転送されるように、パケ

ットスイッチ3の出力ポートをEast側GFPフレーム  
 10 端末部5に対応する出力ポート「2」に決定する。両  
 者が一致した場合は、拡張ヘッダ内の宛先ポート(D  
 P)を参照して、パケットスイッチ3の出力ポートをD  
 Pに決定する。なお、本実施の形態の場合は各GFPノ  
 ード1に1個の加入者ネットワークしか接続されてい  
 ないためパケットスイッチ3からの出力先は1個の加入者  
 プロトコル端末部4(ポート「3」)に固定されるが、  
 GFPノード1に複数の加入者ネットワークが接続され  
 ている場合には、この宛先ポート(DP)によって出力  
 先の加入者ネットワークが決定される。

【0089】パケットスイッチインターフェース部10  
 は、加入者プロトコル端末部4内のパケットスイッチ  
 インターフェース部10とほぼ同様の機能を有する。

【0090】メモリ15は、自ノードのMACアドレス  
 を格納しており、この自ノードMACアドレスがGFP  
 フレームフォワーディング解決部14による比較に使用  
 される。この情報は、監視制御処理部16から設定され  
 10 る。

【0091】トラヒックメータ19は、監視制御処理部  
 16より例えば宛先MACアドレス(DST MAC)  
 毎に設定された帯域を越えるような過剰トラヒックの流  
 入を監視し、帯域を超過した場合にはGFPフレーム読  
 み出しを司る部位(GFPフレームインターフェース部  
 13)に対してGFPフレームの廃棄、もしくは読出優先  
 度を下げるポリシング制御を指示する。

【0092】パケットスイッチ3によりスイッチングさ  
 れて本GFPフレーム端末部5に転送されパケットスイ  
 ッチインターフェース部10およびトラヒックメータ1  
 9を経由して供給されるGFPフレームを受けたGFP  
 フレームインターフェース部13は、後述のようにGF  
 PフレームへのFCSフィールドの付与を行い、コアヘ  
 ッダを付与し、スクランブル処理を行った後、このGF  
 PフレームをSONETフレームのペイロードに格納  
 し、このGFPフレームが格納されたSONETフレーム  
 をGFPネットワークに送信する。

【0093】次に、本実施の形態におけるGFPノード  
 1内の動作について図3等を用いて詳細に説明する。

【0094】初めに、加入者ネットワークからユーザパ  
 ケットが到着し、このユーザパケットを格納したGFP  
 フレームがGFPネットワークへ送出される場合のGF  
 Pノード1の動作について図3および図4を用いて説明  
 する。図4は、上記場合のGFPノード1の主な動作を  
 示すフローチャートである。

【0095】GFPノード1の加入者プロトコル端末部  
 4にユーザパケット(ユーザパケットを格納した加入者  
 ネットワークフレーム)が到着すると、加入者ネットワ  
 ークインターフェース部6は、この加入者ネットワー  
 クフレームの端末処理を行い(ステップS1)、ユーザパ  
 ケットを抽出する(ステップS2)。この際、加入者ネッ  
 10

トワークフレームから加入者ネットワーク用の不要なオ  
 ーバヘッドを取り外してユーザパケットを抽出する。こ  
 の不要なオーバーヘッドとは、例えば加入者ネットワー  
 クフレームがEthernet MACフレームである場  
 合には、その「Preamble」および「Start  
 of Frame Delimiter」を指す。

【0096】このユーザパケットが受信アダプテーショ  
 ン処理部7に転送されると、受信アダプテーション処理  
 部7はGFPのTypeフィールドに本パケットのプロ  
 トコル種別(Ethernet, Token Ring,  
 10 HDLC等)を示す値やリングフレームを使用する  
 旨の値を設定し、拡張ヘッダに必要な領域を確保して本  
 パケットに付与する(ステップS3)(以下、ユーザパ  
 ケットを元にして形成中のGFPフレームも含めて、  
 「GFPフレーム」と呼ぶ。)

【0097】次にアドレス解決部8にGFPフレームが  
 転送されると、アドレス解決部8はこのGFPフレーム  
 のペイロードフィールドに格納されたユーザパケット内  
 の宛先アドレス情報(User Destination  
 Address)を基にメモリ11を参照し、対応  
 する宛先MACアドレス(DST MAC)、宛先GF  
 Pノードの出力ポート(DP)、および自ノードのパケ  
 ットスイッチ3の出力ポート(Egress Port)  
 20 を同定する(ステップS4)。また、前述のように  
 送信元MACアドレス(SRC MAC)および送信元  
 ノード入力ポート(SP)は自動的に判明する。そし  
 て、このDP、SP、宛先MACアドレス(DST M  
 AC)、および送信元MACアドレス(SRC MA  
 C)をGFP(リング)フレームの拡張ヘッダ領域に付  
 与し(ステップS5)、また、拡張ヘッダ領域のTTL  
 フィールドに所定のGFP転送(GFP hops)残  
 り回数(初期値)をセットし(ステップS6)、この拡  
 張ヘッダ領域に対してCRC16計算を行って「eHE  
 C」を付与する(ステップS7)。

【0098】次にトラヒックメータ9にGFPフレーム  
 が転送されると、トラヒックメータ9は監視制御処理部  
 16より例えば加入者ネットワークの送信元アドレス  
 (User source Address)毎に設定  
 された帯域を越えるような過剰トラヒックの流入を監視  
 し、帯域を超過した場合は、パケットスイッチインター  
 フェース部10に対してGFPフレームの廃棄、もしくは  
 読出優先度を下げるポリシング制御を行うよう指示す  
 る。

【0099】次にパケットスイッチインターフェース部  
 10にGFPフレームが転送されると、パケットスイッ  
 チインターフェース部10は、例えば加入者ネットワー  
 クの送信元アドレス(User source Add  
 20 ress)毎に割り当てられた網リソース量に依存して  
 転送頻度を変更するスケジューリング機能に従ってパケ  
 ットスイッチ3に対して制御を行い、GFPフレームを



加入者プロトコル終端部4からパケットスイッチ3に転送する。

【0100】GFPフレームは、パケットスイッチ3によってスイッチングされ、スイッチング先の（前記自ノードのパケットスイッチ3の出力ポート（Egress Port）に対応するWest側もしくはEast側の）GFPフレーム終端部5に転送される（ステップS8）。GFPフレームは、そのGFPフレーム終端部5内部でパケットスイッチインターフェース部10を経由してトラヒックメータ19に到達し、トラヒックメータ19によって前述の帯域監視・流量制限・優先制御がなされる。

【0101】GFPフレームインターフェース部13にGFPフレームが転送されると、このGFPフレームに対して、後述のようにFCS（Frame Check Sequence）計算を行い、その結果を示すFCSフィールドを付与し（ステップS9）、コアヘッダを生成し（ステップS10）、スクランブル処理（ステップS11）を行った後、本GFPネットワークで使用しているSONETペイロード（SONETフレームのペイロード）へのGFPフレームのマッピングを行う（ステップS12）。その後、本GFPフレームを格納したSONETフレームは、GFPフレーム終端部5からGFPネットワークに送出される（ステップS13）。

【0102】なお、本実施の形態では、GFPノード1においてGFPフレームのコアヘッダの付け外しがGFPフレームインターフェース部13により行われ、GFPノード1内ではコアヘッダを有しないGFPフレームが転送・処理されるものと仮定して説明を行う。GFPノード1内でGFPフレームの長さ（区切り）を示す情報を伝達する方法としては、長さに関する数値を制御情報としてGFPフレームに付けて（多重もしくは別信号として転送）転送する、GFPフレームの先頭と末尾を示すフラグ（Flag Bits）を付与する、GFPフレームが存在する信号部分を示す（Enable信号）信号を並行して送る、等の方法を用いることができる。なお、GFPノード1内を、GFPフレームにコアヘッダを付けたまま転送して処理することも可能である。

【0103】次に、GFPネットワークからGFPフレームが到着し、これに格納されていたユーザパケットが加入者ネットワークへ送出される場合のGFPノード1の動作について図3および図5を用いて説明する。図5は、上記場合のGFPノード1の主な動作を示すフローチャートである。

【0104】GFPノード1内のWest側またはEast側のGFPフレーム終端部5にGFPフレーム（GFPフレームを格納したSONETフレーム）が到着すると、そのGFPフレーム終端部5内部のGFPフレームインターフェース部13は、SONETフレームの終

端（ステップT1）、およびGFPフレームの抽出（de-encapsulation）を行う（ステップT2）。併せて、GFPフレームからのコアヘッダの取り外し（ステップT3）、デスクランブル処理（ステップT4）、GFPフレームのFCSフィールドのチェック（FCSチェック）を行う（ステップT5）。なお、このFCSチェックにおいてエラーが検出された場合においても、GFPフレームの廃棄は行わず、エラー検出の事実が監視制御処理部16に通知される。監視制御処理部16は、このエラー検出についてGFPネットワークの管理システムに通知する。

【0105】GFPフレームがGFPフレームフォワーディング解決部14に転送されると、GFPフレームフォワーディング解決部14はGFPフレームの拡張ヘッダ内の宛先MACアドレス（DST MAC）を自ノードのMACアドレスと比較し、両者が異なる場合は、このGFPフレームが他方（West側→East側、East側→West側）のGFPフレーム終端部5に転送されるようにパケットスイッチ3の出力ポートを決定する。なお、この場合、GFP（リング）フレームのTTLフィールドをチェックし、既にTTL=0となっていれば、このGFPフレームを廃棄する。TTLが1以上ならTTLをデクリメントし、eHECを再計算して付与し、このGFPフレームをパケットスイッチインターフェース部10に出力する。一方、宛先MACアドレスが自ノードのMACアドレスと一致した場合は、拡張ヘッダ内の宛先ポート（DP）を参照して、パケットスイッチ3の出力ポートをDPに決定し、このGFPフレームをパケットスイッチインターフェース部10に出力する（ステップT6）。

【0106】次にパケットスイッチインターフェース部10にGFPフレームが転送されると、パケットスイッチインターフェース部10は、例えば宛先MACアドレス（DST MAC）毎に割り当てられた網リソース量に依存して転送サービス頻度を変更するスケジューリング機能に従ってパケットスイッチ3を制御し、GFPフレーム終端部5からパケットスイッチ3にGFPフレームを転送する。

【0107】GFPフレームは、パケットスイッチ3によってスイッチングされて加入者プロトコル終端部4に転送される（ステップT7）。加入者プロトコル終端部4において、GFPフレームはパケットスイッチインターフェース部10を経由して送信アダプテーション処理部12に到達する。送信アダプテーション処理部12は、ペイロードヘッダ（Typeフィールド、the C、拡張ヘッダ領域、eHEC）を削除してユーザパケットを形成し（ステップT8）、このユーザパケットを加入者ネットワークインタフェース部6に転送する。

【0108】加入者ネットワークインタフェース部6では、この、ペイロードフィールド中に格納されて転送さ

れて来たユーザパケットの、加入者ネットワークフレームのペイロードへのマッピング（オーバーヘッド付与等）を行う（ステップT9）。その後、このユーザパケットを格納した加入者ネットワークフレームは加入者プロトコル終端部4から、これと接続された加入者ネットワークに送出される（ステップT10）。

【0109】次に、GFPネットワークからGFPフレームが到着し、またGFPネットワークへ送出される場合（GFPノード1のWest側またはEast側にGFPフレームが到着し、反対側（East側またはWest側）に送出される場合）のGFPノード1の動作について説明する。

【0110】GFPノード1内のWest側またはEast側のGFPフレーム終端部5にGFPフレーム（GFPフレームを格納したSONETフレーム）が到着すると、そのGFPフレーム終端部5内部のGFPフレームインターフェース部13は、SONETフレームの終端、GFPフレームの抽出（*delineation*）を行う。併せてGFPフレームからのコアヘッダの取り外し、デスクランブル処理、GFPフレームのFCSチェックを行う。

【0111】その後、前述のGFPフレーム受信の際のGFPフレーム終端部5の処理と同様の処理が行われ、このGFPフレームはパケットスイッチ3によりスイッチングされ、出力先ポート（*Egress Port*）に対応する他方のGFPフレーム終端部5に転送される。

【0112】スイッチング先のGFPフレーム終端部5では、その後、前述のGFPフレーム送信の際のGFPフレーム終端部5の処理とほぼ同様の処理が行われ、このGFPフレーム（GFPフレームを格納したSONETフレーム）がGFPネットワークに送信される。なお、この場合のFCSフィールドに関する処理については、後述のように行われる。

【0113】図6は、本実施の形態1におけるGFPフレーム終端部5のGFPフレームインターフェース部13によってチェック／生成されるFCSフィールドを生成する際に対象となるターゲット領域を示す図である。

【0114】従来のFCS計算（生成）のターゲット領域は、図21に示したようにGFPフレームのペイロードエリア全体であったが、本実施の形態1においては、これを、ペイロードエリアからペイロードヘッダを除いたペイロード（フィールド）の部分とする。

【0115】GFPフレームを終端・中継する各GFPノード1において、ペイロードフィールドの内容は変更されない。従って、FCS生成ターゲット領域をペイロードフィールドとする本実施の形態1では、このFCSをリンク毎に再計算する必要はない。このため、上記の、GFPネットワークからGFPフレームが到着し、またGFPネットワークへ送出される場合のGFPノード

ド1の動作において、GFPフレーム送出側のGFPフレーム終端部5のGFPフレームインターフェース部13はFCS再計算を行わず、GFPノード1にGFPフレームが到着した時のFCSをそのまま付けた状態でこのGFPフレームを送出する。もし、GFPフレームインターフェース部13がFCSを再計算するとすれば、GFPフレーム到着時にペイロードエリアとFCSフィールドとの間に不整合があってもFCS再計算によってこれが解消され、以降のGFPノード1におけるFCSチェックの結果が「正しい」となってしまう、FCSフィールドを用いたend-to-endのパスの性能監視を行うことができない。このため、本実施の形態1では、エラーによりペイロードエリアとFCSフィールドとの間に不整合が発生してFCSチェックの結果エラーが検出される状態になっても、FCSの再計算を行わずにGFPフレームをEgressノードまで転送する。

【0116】図7は、本実施の形態1におけるFCSフィールドを用いたend-to-endのパスの性能監視を示す模式図である。図7は、図1に示したリング状のGFPネットワークの一部を切り取って示しており、図1におけるGFPノードN2を本GFPネットワークのIngressノード、GFPノードN5を本GFPネットワークのEgressノードとしたGFPフレームの転送例を示している。

【0117】図7に示すように、リンク毎に各GFPノードにおいてFCSチェックによるパフォーマンスモニタリング（PM：性能監視）が行われる。前述のように、中間ノードにおいてFCS再計算は行われない。これにより、IngressノードとEgressノードの間のパス上に発生する劣化／エラーを、EgressノードにおけるFCSチェックによって検出することが可能となる。

【0118】以上のように、本発明の実施の形態1によるGFPフレーム転送装置およびGFPフレーム転送方法においては、FCS生成ターゲット領域をペイロードエリアのペイロードフィールドに設定し、GFPフレームをGFPネットワークから受信してGFPネットワークに送信する際にFCS再計算を行わない。このため、パス上でエラーが発生した場合には、EgressノードにおけるFCSチェックでエラーが検出されることとなり、これにより、FCSフィールドを使用したend-to-endのパスの性能監視を実現することが可能となる。

【0119】また、FCSチェックによりエラーを検出したGFPノード1の監視制御処理部16がGFPネットワークの管理システムにエラー検出について通知するようにしたため、パス中のエラーの発生箇所の特定制も容易に行うことができる。

【0120】実施の形態2。次に本発明の第二の実施の形態について説明する。

【0121】本実施の形態2においては、FCS生成ターゲット領域としては従来のFCS生成ターゲット領域を変更せずにそのまま用い、FCSの再計算方法に、異なる計算方法を採用する。IngressのGFPノード1でのFCS生成(計算)と、中間およびEgressのGFPノード1でのFCSチェックは、従来の仕様通りを行う。一方、中間のGFPノード1でFCSを再計算する際には、ペイロードヘッダの変更差分と元のFCSを用いて新しいFCSを求める。

【0122】元の(GFPノード1入力時の)ペイロードヘッダと新しい(GFPノード1出力時の)ペイロードヘッダの差分を求め、この差分に対して、CRC32計算の生成多項式 $G(x)$ による除算を行う。除算結果における剰余と元のFCSの排他的論理和が新しいFCSとなる(図8参照)。

【0123】以下、GFPノード1のGFPフレーム終端部5がGFPフレームを送信する場合の、GFPフレームインターフェース部13によるFCSの生成方法、および再計算方法について、詳細に説明する。なお、以下の説明における数式は全てmodulo 2による演算であり、modulo 2による演算においては、減算と加算は等価である。

【0124】FCSの生成においては、以下の式が使用される。

【0125】情報多項式 $F(x)$  : FCS生成ターゲット領域の $k$ ビットの情報を $k-1$ 次の $x$ の多項式で表現した式であり、

$F(x) = c_1 + c_2x + c_3x^2 + \dots + c_kx^{k-1}$ と表される。FCS生成ターゲット領域において最初に送信されるビットが最高次( $k-1$ 次)の項の係数 $c_k$ 、最後に送信されるビットが最低次(0次)の項の係数 $c_1$ となる。

【0126】なお、GFPではSONETがNetwo

$$\begin{aligned} FCS &= \sim R(x) && (R(x) \text{ の } 1 \text{ の補数(ビット反転)}) \\ &= R(x) + L(x) \\ &= x^{32}F(x) + x^kL(x) - G(x)Q(x) + L(x) \\ &= x^{32}F(x) + x^kL(x) + G(x)Q(x) + L(x) \dots (1) \end{aligned}$$

【0131】GFPフレームの転送においては、 $F(x)$ の係数 $c_1, c_2, c_3, \dots, c_k$ が、高次の係数から( $c_k, c_{k-1}, \dots, c_2, c_1$ の順に)送信され、これに引き続きFCSの係数が高次の係数から送信される。すなわち、

$x^{32}F(x) + FCS = x^{32}F(x) + \sim R(x)$ が転送される。

【0132】図9は、GFPフレームのFCS生成ターゲット領域の内容を示す情報多項式 $F(x)$ と反転多項式 $L(x)$ とを用いたFCSの生成を模式的に示している。

【0133】FCSの実際の計算においては、図10に示すCRC演算回路が使用される。このCRC演算回路

rk Byte Order (Most Significant Octet first) かつMSB firstで伝送路上に情報を送出する。このため、FCSの計算対象がペイロードエリア全体(コヘッダのc HECの次オクテットからペイロードの最終オクテット)である実施の形態2の場合は、TypeフィールドのMSBが $F(x)$ の最高次( $x^{k-1}$ )の係数 $c_k$ 、ペイロードの最終オクテットのLSBが最低次( $x^0$ )の係数 $c_1$ となる。

10 【0127】生成多項式 $G(x)$  : FCS生成では、CRC32の生成多項式として、

$$G(x) = 1 + x + x^2 + x^4 + x^5 + x^7 + x^8 + x^{10} + x^{11} + x^{12} + x^{16} + x^{22} + x^{23} + x^{26} + x^{32}$$

が使用される。各項の係数のうち、0次、1次、2次、4次、5次、7次、8次、10次、11次、12次、16次、22次、23次、26次および32次の係数が1で、他の次数の係数が0である。

【0128】反転多項式 $L(x)$  : 係数がすべて1の31次の多項式である、

20  $L(x) = 1 + x + x^2 + \dots + x^{31}$

が、ビット反転用に使用される。

【0129】FCSは、以下の2つの式(値)の和を32ビットで表現し、それに対して1の補数を取ることでより求められる。

1)  $x^{32}F(x)$  ( $k+31$ 次式)を $G(x)$ で割った余り(次数は31以下)

2)  $x^kL(x)$  ( $k+31$ 次式)を $G(x)$ で割った余り(次数は31以下)

30 【0130】 $x^{32}F(x) + x^kL(x)$ を $G(x)$ で割った商を $Q(x)$ 、余りを $R(x)$ とすると、  
 $x^{32}F(x) + x^kL(x) = G(x)Q(x) + R(x)$

従って

は、32個の剰余レジスタ(D-FF)  $D_0 \sim D_{31}$ を備えて構成され、生成多項式 $G(x)$ の各次数 $i$ の係数 $g_i$ のうち、1である係数 $g_i$ に対応する部分のみフィードバックが行われる。すなわち、図10における部分 $g_i$ のうち、対応する係数 $g_i$ が1である部分のみ接続されており、対応する係数 $g_i$ が0である部分は接続されていない。生成多項式 $G(x)$ は一般的に不変であるため、各部分 $g_i$ は固定的な結線で実現できる。なお、図10のCRC演算回路においては、各EXOR回路によって式の加算に相当する操作が行われ、生成多項式 $G(x)$ の各係数 $g_i$ 毎のフィードバックによって生成多項式 $G(x)$ による除算に対応する操作が行われる。

50 【0134】計算開始時に、図10のCRC演算回路の

33

剰余レジスタD<sub>0</sub>~D<sub>31</sub>がすべて1にプリセットされ、これに情報ビット(x<sup>32</sup>F(x))が入力される。全ビット入力後、次のクロック入力時に剰余レジスタD<sub>0</sub>~D<sub>31</sub>の出力をビット反転したものがFCSとなる。なお、前記x<sup>k</sup>L(x)は、計算開始時の初期状態で32ビットの剰余レジスタをすべて1にプリセットすることと等価であり、L(x)の加算は、下位32ビットのビット反転と等価である。

【0135】FCSチェックは、図10のCRC演算回路を使用して、以下のように行われる。図10のCRC演算回路の剰余レジスタD<sub>0</sub>~D<sub>31</sub>をすべて1にプリセットした状態で、x<sup>32</sup>F(x)+FCSをCRC演算回路に入力すると、エラーがなければ最終ビット入力後、次のクロック入力時に剰余レジスタD<sub>0</sub>~D<sub>31</sub>がすべて1となる。なぜならば、

$$\begin{aligned} & x^{32}F(x) + FCS + x^kL(x) \\ &= G(x)Q(x) + R(x) + FCS \\ &= G(x)Q(x) + R(x) + R(x) + L(x) \\ &= G(x)Q(x) + L(x) \end{aligned}$$

$$x^{32}F'(x) + x^kL(x) = G(x)Q'(x) + R'(x)$$

$$FCS_{new} = \sim R'(x) (= R'(x) + L(x))$$

$$= x^{32}F'(x) + x^kL(x) + G(x)Q'(x) + L(x)$$

$$x) \cdots (2)$$

このとき、式(1)、(2)から次式が成立する。

$$\begin{aligned} FCS_{new} &= FCS + \{x^{32}F'(x) - x^{32}F(x)\} + G(x)\{Q'(x) - Q(x)\} \cdots (3) \end{aligned}$$

【0139】上記式(3)は、以下のように証明される(なお、以下において、「≡」は、「定義する」を意味する)。FCSおよびFCS<sub>new</sub>の定義より、

$$FCS_{new} \equiv R'(x) + L(x)$$

かつ

$$FCS \equiv R(x) + L(x)$$

両辺引いて、

$$FCS_{new} - FCS = R'(x) - R(x)$$

$$R'(x) - R(x)$$

$$= x^{32}F'(x) + G(x)Q'(x) - \{x^{32}F(x) + G(x)Q(x)\}$$

$$(x)$$

$$= \{x^{32}F'(x) - x^{32}F(x)\} + G(x)\{Q'(x) - Q(x)\}$$

$$)$$

$$\therefore FCS_{new} = FCS + \{x^{32}F'(x) - x^{32}F(x)\} + G(x)\{Q'(x) - Q(x)\} \cdots (3)$$

【0140】ここで、R(x)、R'(x)は共に31次以下であるから、

$$\{x^{32}F'(x) - x^{32}F(x)\} + G(x)\{Q'(x) - Q(x)\}$$

も31次以下なので、

$$\{x^{32}F'(x) - x^{32}F(x)\} + G(x)\{Q'(x) - Q(x)\}$$

は、x<sup>32</sup>F'(x) - x<sup>32</sup>F(x)をG(x)で割った余りに相当する。

34

であり、x<sup>32</sup>F(x)+FCS+x<sup>k</sup>L(x)をG(x)で割って余りがL(x)となるならば上記入力結果において剰余レジスタD<sub>0</sub>~D<sub>31</sub>がすべて1となるからである。上記入力結果において剰余レジスタD<sub>0</sub>~D<sub>31</sub>がすべて1とならなかった場合、エラー発生が検出されたこととなる。

【0136】中間ノードでのFCS再計算は、以下のように行われる。

【0137】F'(x)を中間ノードにおけるGFPフレームの新しいFCS生成ターゲット領域の内容を示す情報多項式、FCS<sub>new</sub>を新しいFCSとする。x<sup>32</sup>F'(x)+x<sup>k</sup>L(x)をG(x)で割った商をQ'(x)、余りをR'(x)(次数は31以下)とする。通常のFCS再計算方法においては、FCS<sub>new</sub>は、定義通りにx<sup>32</sup>F'(x)+x<sup>k</sup>L(x)をG(x)で割り、その余りR'(x)の1の補数をとることで計算される。

【0138】

∴ FCS<sub>new</sub> = FCS + R'(x) - R(x)  
ここで、Q(x)、R(x)、Q'(x)、R'(x)の定義より、

$$x^{32}F(x) + x^kL(x) \equiv G(x)Q(x) + R(x)$$

$$x^{32}F'(x) + x^kL(x) \equiv G(x)Q'(x) + R'(x)$$

であるが、

【0141】すなわち、新しいFCSは、中間ノードでの新しい情報と元の情報との差分を示す情報多項式{x<sup>32</sup>F'(x) - x<sup>32</sup>F(x)}をG(x)で割った際の余りに元のFCSを加算すれば計算される。

【0142】この新しい計算方法では、G(x)による割り算の際に32ビットの剰余レジスタD<sub>0</sub>~D<sub>31</sub>をすべて1にプリセットする処理や、下位32ビットのビット反転処理が不要となる。

【0143】GFPフレームのノード間での転送では、

上位プロトコルのデータが格納されるペイロードフィールドの内容は変化しないため、新しい情報と元の情報との差分は、拡張ヘッダ領域とeHECの部分となる。従って、拡張ヘッダ領域とeHECの更新前の情報多項式を $E(x)$ 、更新後の情報多項式を $E'(x)$ 、ペイロードフィールドのビット数を $p$ とすると、図11に示す通り、 $x^{32}F'(x) - x^{32}F(x) = x^{32+p}\{E'(x) - E(x)\}$ を $G(x)$ で割り、その余りと元のFCSとの和が新しいFCS( $FCS_{new}$ )となる。

【0144】このとき、 $G(x)$ による除算では、

(1) 32ビットの剰余レジスタをすべて1にプリセットする処理

(2) 下位32ビットのビット反転処理

が不要であるので、CRC演算回路には、剰余レジスタをすべて0に初期化後、 $E'(x) - E(x)$ のビット列を入力して32ビットだけ「0」を入力後、これを元のFCSに加算することで、新しいFCS( $FCS_{new}$ )が得られる。

【0145】以上まとめると、FCSの各種演算方法は、以下ようになる。

【0146】[FCS生成時]

(1) 図10のCRC演算回路の剰余レジスタをすべて1にプリセット

(2) GFPフレームのTypeフィールドからCRC演算回路に入力

(3) FCS用の空き32ビットを入力した次のクロックで剰余レジスタの出力をビット反転したものをFCSとして送信

【0147】[FCSチェック時]

(1) 図10のCRC演算回路の剰余レジスタをすべて1にプリセット

(2) GFPフレームのTypeフィールドからCRC演算回路に入力

(3) FCSの最終ビットを入力した次のクロックで剰余レジスタがすべて1であればペイロードエリアにエラーなし。すべて1以外ならエラー検出

【0148】[FCS再計算時]

(1) 図10のCRC演算回路の剰余レジスタをすべて0に初期化

(2) 拡張ヘッダ領域とeHECの更新前と更新後との差分をCRC演算回路に入力

(3) 続けてペイロードフィールドのビット数( $p$ ) + 32だけ「0」を入力した次のクロックで、剰余レジスタの出力に元のFCSを加算すると、新しいFCS( $FCS_{new}$ )が生成される(ビット反転不要)

【0149】上記のFCS再計算時(2)の、拡張ヘッダ領域とeHECの更新前と更新後との差分は、例えば、各ビット毎に減算(modulo 2による演算においては加算と等価)を行う複数のEXOR回路からなる減算回路により求められる。また、上記のFCS再計算

時(3)の、剰余レジスタの出力と元のFCSとの加算は、各ビット毎に加算を行う複数のEXOR回路からなる加算回路により行われる。

【0150】本実施の形態2においても、GFPフレームインターフェース部13によるFCSチェックにおいてエラーが検出されてもGFPフレームの廃棄は行われず、エラー検出の事実が監視制御処理部16に通知される。監視制御処理部16は、このエラー検出についてGFPネットワークの管理システムに通知する。

10 【0151】以上のように、本発明の実施の形態2によるGFPフレーム転送装置およびGFPフレーム転送方法においては、FCS生成ターゲット領域としては従来のFCS生成ターゲット領域をそのまま用い、中間のGFPノード1でのFCSの再計算においてはペイロードヘッダの変更差分と元のFCSを用いて新しいFCSを求めるようにした。このため、パス上でエラーが発生した場合には、EgressノードにおけるFCSチェックでエラーが検出されることとなり、これにより、実施の形態1と同様に、FCSフィールドを使用したend-to-endのパスの性能監視を実現することが可能となる。また、FCSチェックによりエラーを検出したGFPノード1の監視制御処理部16がGFPネットワークの管理システムにエラー検出について通知するようにしたため、パス中のエラーの発生箇所の特定制定も容易に行うことができる。従って、各GFPノード1において基本的に変更されることがないペイロードフィールドを考慮しない計算方法を用いながら、実施の形態1と同様に、FCSフィールドを使用したend-to-endのパスの性能監視、およびエラー発生箇所の特定制定を行うことが可能となる。

【0152】実施の形態3. 次に本発明の第三の実施の形態について説明する。

【0153】本実施の形態3においては、図12に示すように、FCS生成ターゲット領域としては従来のFCS生成ターゲット領域を変更せずにそのまま用い、ペイロードヘッダ内に新たにエラー通知ビット(error notification bit)を定義する。このエラー通知ビットは、GFPリングフレームの場合には、例えばペイロードヘッダのSpareフィールド内

40 の一部に定義することが可能である。

【0154】図13は、本実施の形態3におけるFCSフィールドおよびエラー通知ビットを用いたend-to-endのパスの性能監視を示す模式図である。図13は、図7と同様に図1のリング状のGFPネットワークの一部( $N2 \rightarrow N5$ )におけるGFPフレームの転送例を示している。

50 【0155】図13に示すように、あるGFPリンクにおいてエラーが発生し、このGFPフレームを受信したGFPノード1においてFCSチェックでエラーが検出された場合には、エラーを検出したGFPノード1のG

F P フレーム 終 端 部 5 の G F P フレーム インターフェース 部 1 3 が、エラー 通知 ビット (Error Notification Bit) を 1 に セット する。FCS 再 計 算 は、従 来 と 同 様 に、G F P リンク 単 位 に 各 G F P ノード 1 で 行 わ れ る。Egress 側 G F P ノード 1 に 到 達 し た G F P フレーム にお け る エラー 通知 ビット は パス 内 の すべ て の リンク にお け る パ フォー マンス モニタリ ング の 結 果 の 論 理 和 で あ る こ と か ら、エ ラー 通知 ビット を 利 用 し て Egress 側 G F P ノード 1 は end-to-end の パス の 性 能 監 視 を 行 う こ と が で き る。さ ら に G F P レイヤ を 終 端 す る 各 G F P ノード 1 で は、FCS フィールド の チェック を 通 じ て リンク 単 位 の 劣 化 / エラー (degradation) を 検 出 す る こ と が で き る。従 っ て、こ の エラー 通知 ビット と FCS チェック と を 通 じ て、パス 上 の すべ て の 障 害 検 出 が 可 能 と な る。

【0156】 以 上 の よう に、本 発 明 の 実 施 の 形 態 3 に よ る G F P フレーム 転 送 装 置 お よ び G F P フレーム 転 送 方 法 に お い て は、FCS 生 成 ターゲ ッ ト 領 域 と し て は 従 来 の FCS 生 成 ターゲ ッ ト 領 域 を そ の ま ま 用 い、ペイ ロード ヘッダ 内 に 新 た に エラー 通知 ビット を 定 義 し た。各 G F P ノード 1 で お い て FCS 再 計 算 を 行 い、FCS チェック で エラー を 検 出 し た G F P ノード 1 に お い て こ の エラー 通知 ビット を セット す る よう に し た の で、エ ラー 通知 ビット と FCS チェック と を 通 じ て パス 上 の すべ て の 障 害 検 出 (end-to-end の パス の 性 能 監 視 お よ び リンク 単 位 の 劣 化 / エラー 検 出) を 行 う こ と が 可 能 と な る。

【0157】 な お、上 記 各 実 施 の 形 態 の 説 明 に お い て は、リ ン グ 状 接 続 の G F P ネットワーク 上 を 転 送 さ れ る G F P リンク フレーム を 例 に 取 り 説 明 を 行 っ た が、上 記 各 実 施 の 形 態 は、例 え ば 本 発 明 者 等 が 現 在 提 案 中 の「G F P パス フレーム」等 の 他 の G F P フレーム フォー マット に 対 し て も 適 用 す る こ と が 可 能 と な る。こ の G F P パス フレーム は、図 15 ～ 図 18 に 示 し た G F P フレーム の 基 本 フレーム フォー マット に 準 拠 し た フレーム で あ り、G F P ネットワーク 内 の Ingress ノード か ら Egress ノード ま で の パス を 一 意 に 指 定 す る た め に 定 義 さ れ た パス ID に 対 応 す る ラベ ル を 拡 張 ヘッダ 領 域 内 の 所 定 の フィールド に 格 納 し、こ の ラベ ル に よ っ て ルー ティ ング さ れ る も の で あ る。G F P パス フレーム は、リ ン グ 状 接 続 の G F P ネットワーク 以 外 に も、メ ッ シュ 状、マ ル チ リン グ 状 等 の 複 雑 な ネットワーク トポロジ ー に 対 し て も 使 用 可 能 と な り、そ の よう な 複 雑 な 形 態 の G F P ネットワーク に 対 し て も 上 記 各 実 施 の 形 態 は 適 用 可 能 と な る。こ の た め、複 雑 な 形 態 の G F P ネットワーク に お け る フレーム 転 送 に お い て 特 に 重 要 と な る end-to-end の パス の 性 能 監 視 を、G F P パス フレーム の FCS フィールド を 使 用 し て 実 現 す る こ と が 可 能 と な る。

【0158】 ま た、上 記 各 実 施 の 形 態 に お い て は、FCS

S チェック が パス 上 の 各 G F P ノード 1 に よ り 行 わ れ る こ と を 前 提 と し て い た が、FCS チェック を 一 部 特 定 の 中 間 ノード で の み 行 う こ と も も ち ろ ん 可 能 と な る。実 施 の 形 態 2 お よ び 実 施 の 形 態 3 に お け る FCS 再 計 算 は、TTL の 書 き 替 え 等 に よ り ペイ ロード ヘッダ の 内 容 が 各 中 間 ノード で 変 更 さ れ る た め、各 中 間 ノード に お い て 行 う 必 要 が あ る。

【0159】

【発 明 の 効 果】 以 上 の よう に、本 発 明 の 第 1 の G F P フレーム 転 送 装 置 に よ れ ば、GFP (Generic Frame Procedure) フレーム を G F P ネットワーク に お い て 転 送 す る G F P フレーム 転 送 装 置 に お い て、前 記 G F P フレーム が 前 記 G F P フレーム 転 送 装 置 に お い て 生 成 さ れ 送 信 さ れ る 場 合 に 前 記 G F P フレーム の ペイ ロード フィールド を 生 成 ターゲ ッ ト 領 域 と し て FCS (Frame Check Sequence) を 生 成 し て こ れ を 前 記 G F P フレーム の FCS フィールド に 付 与 す る FCS 生 成 手 段 を 備 え る よう に し た た め、G F P フレーム の ペイ ロード フィールド の 内 容 が 基 本 的 に 中 継 ノード で 変 更 さ れ な い こ と に よ り 基 本 的 に は FCS を リンク 毎 に 各 中 継 ノード で 再 計 算 す る 必 要 が な く な り、各 中 継 ノード は、FCS 再 計 算 を 行 わ ず に G F P フレーム を 受 信 し た 時 の FCS を そ の ま ま 付 け て G F P フレーム を 送 出 す る こ と が 可 能 と な る。

【0160】 ま た、こ の G F P フレーム 転 送 装 置 が G F P フレーム を 受 信 し た 場 合 に 前 記 G F P フレーム の ペイ ロード フィールド お よ び FCS フィールド を 用 い て FCS チェック を 行 う FCS チェック 手 段 を さ ら に 備 え る よう に し た た め、他 の G F P フレーム 転 送 装 置 か ら 転 送 さ れ て き た G F P フレーム に そ の 時 点 で エラー が 発 生 し て い る か 否 か を 判 定 す る こ と が 可 能 と な る。前 記 FCS チェック 手 段 に よ る FCS チェック に お い て 次 の G F P フレーム 転 送 装 置 に 転 送 さ れ る べ き G F P フレーム の エラー が 検 出 さ れ た 場 合、こ の G F P フレーム を 廃 棄 せ ず に エラー が 検 出 さ れ た 際 の FCS を 付 与 し た ま ま 前 記 次 の G F P フレーム 転 送 装 置 に 転 送 す る こ と が 望 ま し い。そ の よう に し て G F P フレーム を G F P ネットワーク に お け る Egress ノード ま で 転 送 す る こ と に よ り、Ingress ノード と Egress ノード の 間 の パス 上 に 発 生 す る エラー を Egress ノード に お け る FCS チェック に よ り 検 出 す る こ と が 可 能 と な り、FCS フィールド を 使 用 し た end-to-end の パス の 性 能 監 視 を 実 現 す る こ と が で き る。

【0161】 ま た、FCS チェック に よ り エラー を 検 出 し た G F P フレーム 転 送 装 置 の 監 視 制 御 処 理 部 が G F P ネットワーク の 管 理 シス テ ム に エラー 検 出 に つ い て 通 知 す る よう に し た た め、上 記 の end-to-end の パス の 性 能 監 視 に 加 え、パス 中 の エラー の 発 生 箇 所 の 特 定 も 容 易 に 行 う こ と が 可 能 と な る。

【0162】 本 発 明 の 第 2 の G F P フレーム 転 送 装 置 に

よれば、GFPフレーム転送装置がGFPフレームを受信して次のGFPフレーム転送装置に転送する場合に前記GFPフレームの拡張ヘッダ領域とeHEC (extension Header Error Control) フィールドの前記GFPフレーム転送装置における更新前と更新後との差分と前記GFPフレーム転送装置に入力された際の前記GFPフレームのFCS (Frame Check Sequence) とを基に前記GFPフレーム転送装置から出力される前記GFPフレームのFCSを再計算してこれを前記GFPフレームのFCSフィールドに付与するFCS再計算手段を備えるようにしたため、各中継ノードで変更される可能性のある拡張ヘッダ領域とeHECフィールドのみについて差分を取り、この差分を用いて、各GFPフレーム転送装置において基本的に変更されることがないペイロードフィールドを考慮しない計算方法によってFCSの再計算を行うことができる。

【0163】また、このGFPフレーム転送装置がGFPフレームを受信した場合に前記GFPフレームのペイロードエリアおよび前記FCSフィールドを用いてFCSチェックを行うFCSチェック手段をさらに備えるようにしたため、他のGFPフレーム転送装置から転送されてきたGFPフレームにその時点でエラーが発生しているか否かを判定することが可能となる。前記FCSチェック手段によるFCSチェックにおいて次のGFPフレーム転送装置に転送されるべきGFPフレームのエラーが検出された場合、このGFPフレームを廃棄せずに前記FCS再計算手段により再計算された前記FCSを付与して前記次のGFPフレーム転送装置に転送することが望ましい。そのようにしてGFPフレームをEgressノードまで転送することにより、IngressノードとEgressノードの間のパス上に発生するエラーをEgressノードにおけるFCSチェックにより検出することが可能となり、FCSフィールドを使用したend-to-endのパスの性能監視を実現することができる。

【0164】また、FCSチェックによりエラーを検出したGFPフレーム転送装置の監視制御処理部がGFPネットワークの管理システムにエラー検出について通知するようにしたため、上記のend-to-endのパスの性能監視に加え、パス中のエラーの発生箇所の特定も容易に行うことが可能となる。

【0165】前記FCS再計算手段は、GFPフレームの拡張ヘッダ領域とeHECフィールドのGFPフレーム転送装置における更新前と更新後との差分を求める減算回路と、複数の剰余レジスタとFCSの生成多項式G(x)に対応したフィードバックを前記複数の剰余レジスタに行う構成とを有して前記差分を入力とするCRC演算回路と、前記CRC演算回路の複数の剰余レジスタの各々の出力とGFPフレーム転送装置に入力された際

のGFPフレームのFCSの各ビットとの和をそれぞれ求める加算回路とにより実現することができる。この場合、前記FCS再計算手段におけるFCS再計算は、前記減算回路により前記差分を求め、前記CRC演算回路の複数の剰余レジスタをすべて0に初期化し、前記差分を前記CRC演算回路に入力し、ペイロードフィールドのビット数+32だけ前記CRC演算回路に0を入力し、次のクロックで前記複数の剰余レジスタの各出力とGFPフレーム転送装置に入力された際の前記GFPフレームの前記FCSの各ビットとをそれぞれ前記加算回路により加算することにより行うことができる。

【0166】本発明の第3のGFPフレーム転送装置によれば、GFPフレームを受信した場合に前記GFPフレームのFCS (Frame Check Sequence) を用いてエラーチェックを行いこのFCSチェックにおいてエラーが検出された場合に前記GFPフレームの拡張ヘッダ領域内の所定のフィールドにエラー通知ビットをセットするFCSチェック/エラー通知ビットセット手段を備えるようにしたため、エラー通知ビットによって以降のGFPフレーム転送装置にエラー発生の有無を通知することが可能となる。前記FCSチェック/エラー通知ビットセット手段によるFCSチェックにおいて次のGFPフレーム転送装置に転送されるべきGFPフレームのエラーが検出された場合、前記GFPフレームを廃棄せずに前記GFPフレーム転送装置において再計算されたFCSを付与して前記次のGFPフレーム転送装置に転送することが望ましい。これにより、Egress側のGFPフレーム転送装置でエラー通知ビットの参照によってend-to-endのパスの性能監視を行い、各中間ノードでFCSチェックによってリンク単位の劣化/エラーの検出を行うことが可能となり、エラー通知ビットとFCSチェックとを通じて、パス上のすべての障害検出を行うことが可能となる。

【0167】前記GFPフレームとしては、従来のGFPリングフレームを用いることができ、この場合には、エラー通知ビットがセットされる前記所定のフィールドを、例えば拡張ヘッダ領域内のSpareフィールドの一部に設けることができる。

【0168】また、GFPフレームとして、GFPネットワーク内のIngressノードからEgressノードまでのパスを一意に指定するために定義されたパスIDに対応するラベルを拡張ヘッダ領域内の所定のフィールドに格納したGFPパスフレームを用いることも可能である。このGFPパスフレームは、リング状接続のGFPネットワーク以外にもメッシュ状、マルチリング状等の複雑なネットワークトポロジーに対しても使用可能なフレームであり、複雑な形態のGFPネットワークにおけるフレーム転送において特に重要となるend-to-endのパスの性能監視を、GFPパスフレームのFCSフィールドを使用して実現することが可能とな



る。

【0169】また、前記GFPフレーム転送装置に、Ethernet、POS (Packet Over SONET) 等のサブネットワークを収容させることが可能である。サブネットワークとしてEthernetを収容する場合には、例えば、GFPフレーム転送装置の packets 抽出手段によってこのEthernetのEthernetフレームのペイロードから packets を抽出し、この packets をGFPフレームのペイロードフィールドに格納してGFPネットワークに送出することができる。また、サブネットワークとしてPOSを収容する場合には、例えば、GFPフレーム転送装置の packets 抽出手段によってこのPOSのHDLCフレームを格納してこのHDLCフレームのペイロードから packets を抽出し、この packets をGFPフレームのペイロードフィールドに格納してGFPネットワークに送出することができる。前記 packets 抽出手段による前記 packets の抽出は、例えば前記サブネットワークのフレームから不要なサブネットワーク用のオーバーヘッドを除去することによって行われる。

【0170】また、前記GFPフレーム転送装置のGFPフレーム送信手段がGFPフレームをGFPネットワークに送信する場合には、GFPネットワークにおいてGFPフレームを収容するOSI参照モデルの第1層のフレームであるレイヤ1フレームに前記GFPフレームを格納し、このGFPフレームを格納したレイヤ1フレームをGFPフレーム転送装置の適切な出力ポートからGFPネットワークに送信するようにすることができる。このOSI参照モデルの第1層としては、SONET (Synchronous Optical Network)、OTN (Optical Transport Network) 等を用いることが可能である。前記第1層としてSONETを用いる場合には、GFPフレーム送信手段は、SONETのSONETフレームのペイロードにGFPフレームを格納し、このGFPフレームを格納したSONETフレームをGFPネットワークに送信することができる。また、前記第1層としてOTNを用いる場合には、GFPフレーム送信手段は、OTNのデジタルラッパーフレームのペイロードであるOPUk (Optical channel payload unit) にGFPフレームを格納し、このGFPフレームを格納したデジタルラッパーフレームをGFPネットワークに送信することができる。

【0171】また、本発明の各GFPフレーム転送方法によっても、上記の本発明の各GFPフレーム転送装置の効果と同様の効果を得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1によるGFPフレーム転送装置により構成されるGFPネットワークの一例を

示すブロック図である。

【図2】 本発明の実施の形態1によるGFPフレーム転送装置の概略構成を示すブロック図である。

【図3】 本発明の実施の形態1におけるGFPノードの詳細な構成の一例を示すブロック図である。

【図4】 加入者ネットワークからユーザ packets が到着し、このユーザ packets を格納したGFPフレームがGFPネットワークへ送出される場合のGFPノードの主な動作を示すフローチャートである。

10 【図5】 GFPネットワークからGFPフレームが到着し、これに格納されていたユーザ packets が加入者ネットワークへ送出される場合のGFPノードの主な動作を示すフローチャートである。

【図6】 本発明の実施の形態1におけるFCS生成ターゲット領域を示す図である。

【図7】 本発明の実施の形態1におけるFCSフィールドを用いたend-to-endのパスの性能監視を示す模式図である。

20 【図8】 本発明の実施の形態2におけるFCS再計算方法の概略を示す図である。

【図9】 GFPフレームのFCS生成ターゲット領域の内容を示す情報多項式 $F(x)$ と反転多項式 $L(x)$ とを用いたFCSの生成を示す模式図である。

【図10】 FCSの計算において用いられるCRC演算回路を示す回路図である。

【図11】 本発明の実施の形態2におけるFCS再計算方法を示す図である。

【図12】 本発明の実施の形態3において使用されるエラー通知ビットを示す図である。

30 【図13】 本発明の実施の形態3におけるFCSフィールドおよびエラー通知ビットを用いたend-to-endのパスの性能監視を示す模式図である。

【図14】 GFPのプロトコルスタックを示す図である。

【図15】 GFPの基本フレームフォーマットを示す図である。

【図16】 GFPフレームのコアヘッダのフォーマットを示す図である。

40 【図17】 GFPフレームのペイロードエリアのフォーマットを示す図である。

【図18】 GFPフレームのFCSフィールドのフォーマットを示す図である。

【図19】 GFPポイントtoポイントフレームにおけるペイロードヘッダを示す図である。

【図20】 GFPリングフレームにおけるペイロードヘッダを示す図である。

【図21】 従来のFCS生成ターゲット領域を示す図である。

#### 【符号の説明】

50 1, N1~N7 GFPノード (GFPフレーム転送装



置)

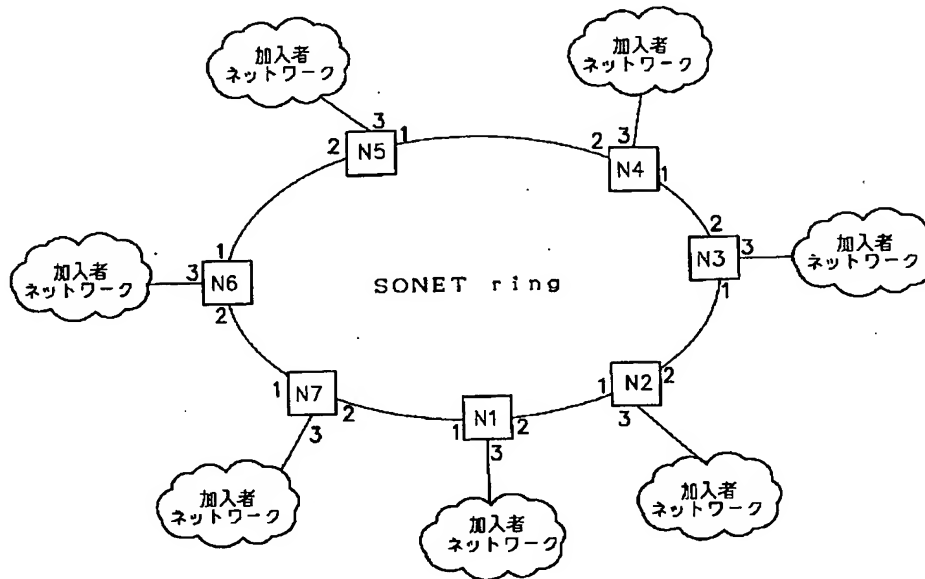
13 GFPフレームインターフェース部 (FCS生成手段, FCSチェック手段, FCS再計算手段, FCSチェック/エラー通知ビットセット手段, GFPフレーム送信手段)

16 監視制御処理部 (監視制御処理手段)

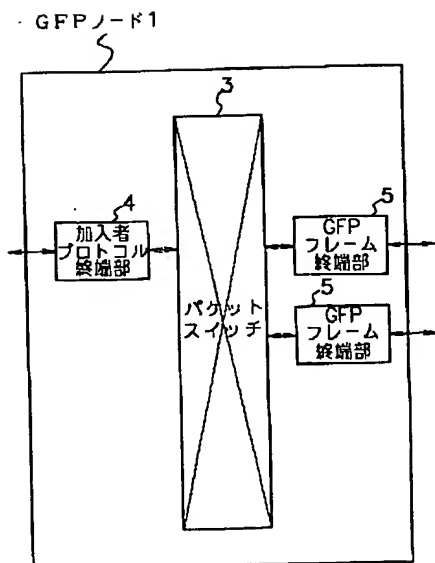
6 加入者ネットワークインタフェース部 (パケット抽出手段)

D0~D31 剰余レジスタ

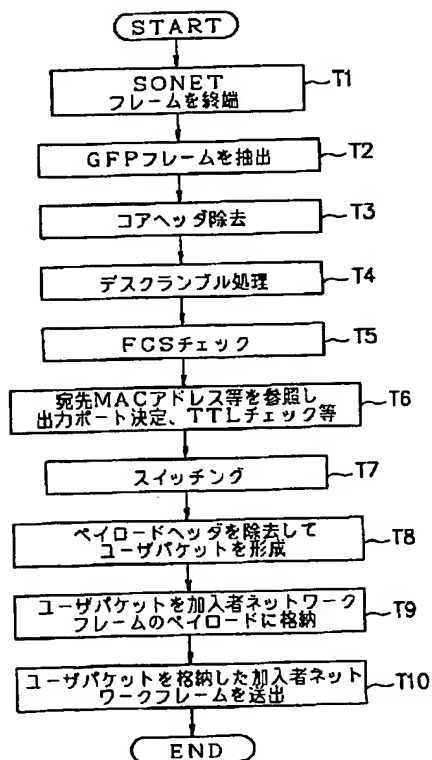
【図1】



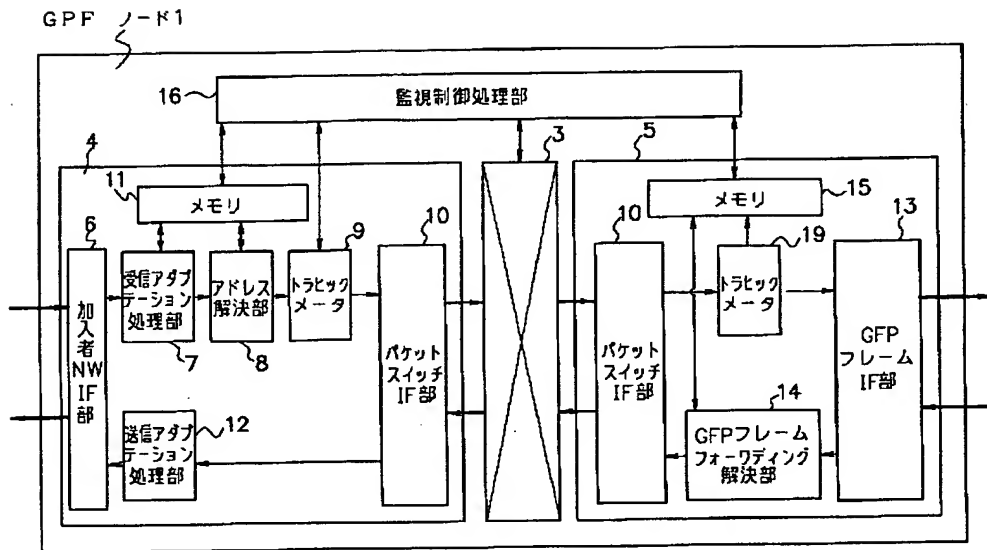
【図2】



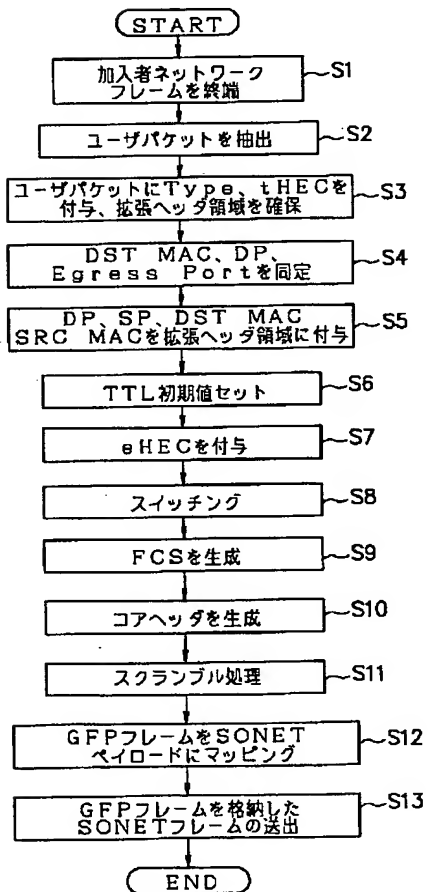
【図5】



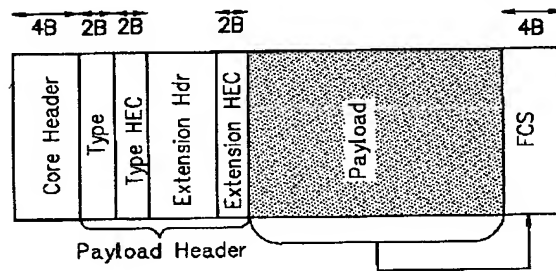
【図 3】



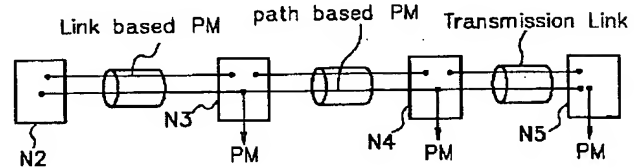
【図 4】



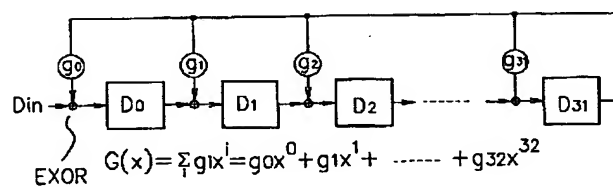
【図 6】



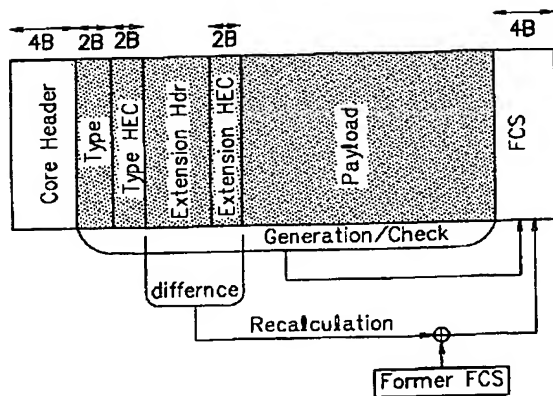
【図 7】



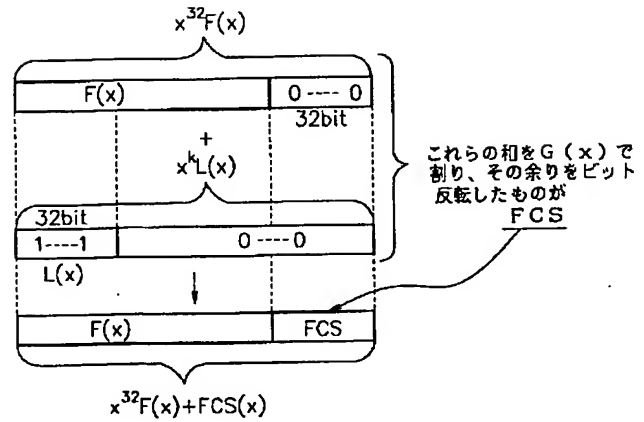
【図 10】



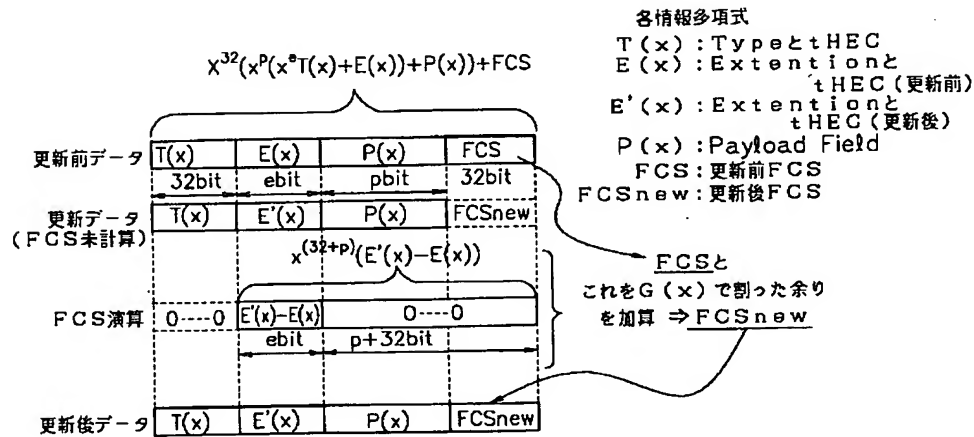
【図8】



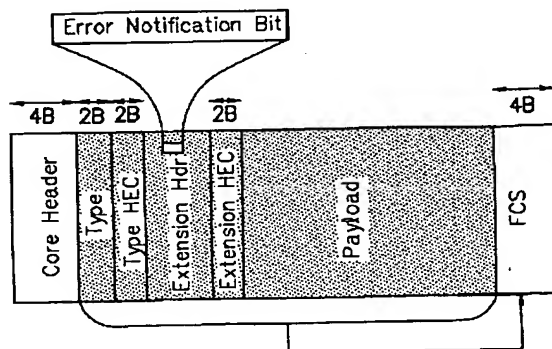
【図9】



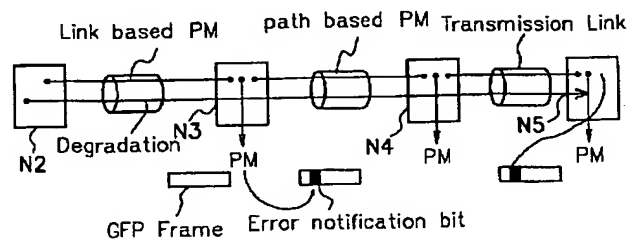
【図11】



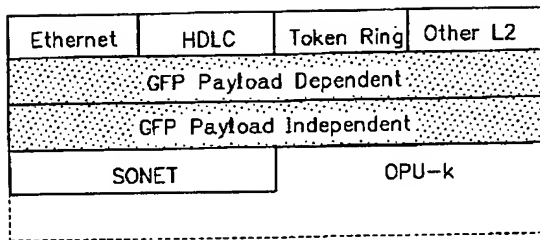
【図12】



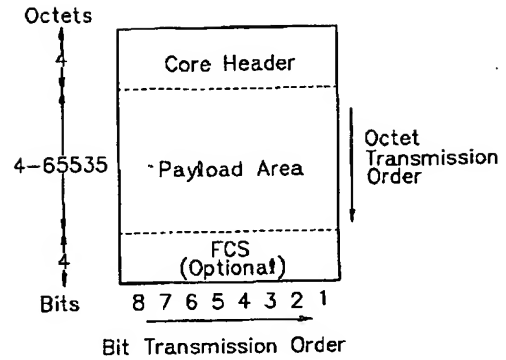
【図13】



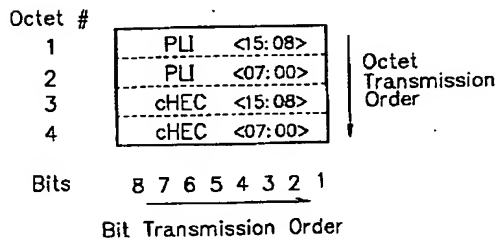
【図 14】



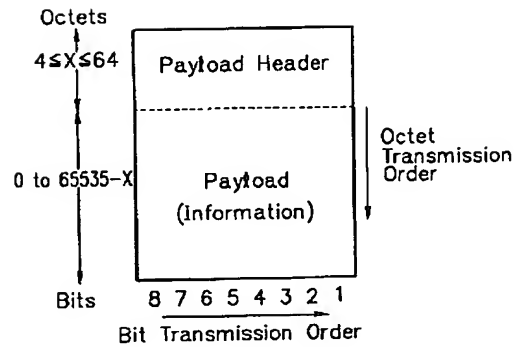
【図 15】



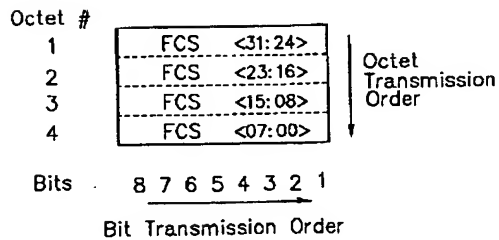
【図 16】



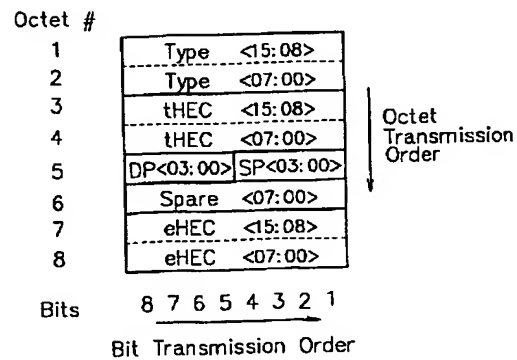
【図 17】



【図 18】



【図 19】



【図 20】

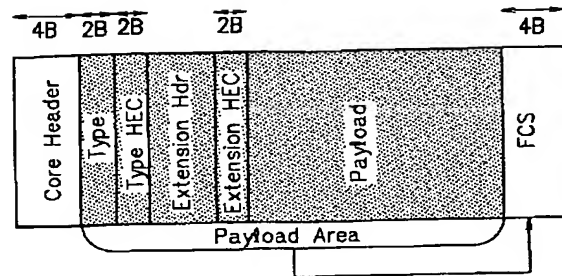
Octet #	
1	Type <15:08>
2	Type <07:00>
3	tHEC <15:08>
4	tHEC <07:00>
5	DP<03:00> SP<03:00>
6	Spare <07:00>
7	Spare<03:00> DE<03:00>
8	TTL <07:00>
9	DST MAC <47:40>
10	DST MAC <39:32>
11	DST MAC <31:24>
12	DST MAC <23:16>
13	DST MAC <15:08>
14	DST MAC <07:00>
15	SRC MAC <47:40>
16	SRC MAC <39:32>
17	SRC MAC <31:24>
18	SRC MAC <23:16>
19	SRC MAC <15:08>
20	SRC MAC <07:00>
21	eHEC <15:08>
22	eHEC <07:00>

Octet  
Transmission  
Order

Bits 8 7 6 5 4 3 2 1

Bit Transmission Order

【図 21】



フロントページの続き

(72) 発明者 池松 龍一  
東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株  
式会社内

F ターム (参考) 5K014 AA01 AA04 BA01 EA01 GA01  
HA10  
5K034 AA05 CC01 EE11 FF02 FF11  
HH04 HH05 HH06 HH09 HH14  
MM01 TT02